

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

THIS PAGE BLANK (USPTO)

PATENT COOPERATION TREATY

PCT

NOTIFICATION OF ELECTION

(PCT Rule 61.2)

From the INTERNATIONAL BUREAU

To:

Assistant Commissioner for Patents
United States Patent and Trademark
Office
Box PCT
Washington, D.C.20231
ETATS-UNIS D'AMERIQUE

in its capacity as elected Office

Date of mailing (day/month/year) 06 April 2000 (06.04.00)	
International application No. PCT/EP99/05946	Applicant's or agent's file reference PCT 1054-065
International filing date (day/month/year) 13 August 1999 (13.08.99)	Priority date (day/month/year) 14 August 1998 (14.08.98)
Applicant ECKES, Christian et al	

1. The designated Office is hereby notified of its election made:

☒ in the demand filed with the International Preliminary Examining Authority on:

07 March 2000 (07.03.00)

☐ in a notice effecting later election filed with the International Bureau on:2. The election ☒ was☐ was not

made before the expiration of 19 months from the priority date or, where Rule 32 applies, within the time limit under Rule 32.2(b).

<p>The International Bureau of WIPO 34, chemin des Colombettes 1211 Geneva 20, Switzerland</p> <p>Facsimile No.: (41-22) 740.14.35</p>	<p>Authorized officer C. Villet</p> <p>Telephone No.: (41-22) 338.83.38</p>
--	---

THIS PAGE BLANK (USPTO)

VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS

PCT

REC'D 01 DEC 2000

WIPO

PCT

INTERNATIONALER VORLÄUFIGER PRÜFUNGSBERICHT

(Artikel 36 und Regel 70 PCT)

Aktenzeichen des Anmelders oder Anwalts PCT 1054-065	WEITERES VORGEHEN siehe Mitteilung über die Übersendung des internationalen vorläufigen Prüfungsbericht (Formblatt PCT/IPEA/416)	
Internationales Aktenzeichen PCT/EP99/05946	Internationales Anmeldedatum (Tag/Monat/Jahr) 13/08/1999	Prioritätsdatum (Tag/Monat/Tag) 14/08/1998
Internationale Patentklassifikation (IPK) oder nationale Klassifikation und IPK G06K9/80		
Anmelder ECKES, Christian et al.		

- Dieser internationale vorläufige Prüfungsbericht wurde von der mit der internationale vorläufigen Prüfung beauftragte Behörde erstellt und wird dem Anmelder gemäß Artikel 36 übermittelt.
- Dieser BERICHT umfaßt insgesamt 5 Blätter einschließlich dieses Deckblatts.
 - ☐ Außerdem liegen dem Bericht ANLAGEN bei; dabei handelt es sich um Blätter mit Beschreibungen, Ansprüchen und/oder Zeichnungen, die geändert wurden und diesem Bericht zugrunde liegen, und/oder Blätter mit vor dieser Behörde vorgenommenen Berichtigungen (siehe Regel 70.16 und Abschnitt 607 der Verwaltungsrichtlinien zum PCT).

Diese Anlagen umfassen insgesamt Blätter.

- Dieser Bericht enthält Angaben zu folgenden Punkten:

- I ☒ Grundlage des Berichts
- II ☐ Priorität
- III ☐ Keine Erstellung eines Gutachtens über Neuheit, erfinderische Tätigkeit und gewerbliche Anwendbarkeit
- IV ☐ Mangelnde Einheitlichkeit der Erfindung
- V ☒ Begründete Feststellung nach Artikel 35(2) hinsichtlich der Neuheit, der erfinderische Tätigkeit und der gewerbliche Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung
- VI ☐ Bestimmte angeführte Unterlagen
- VII ☒ Bestimmte Mängel der internationalen Anmeldung
- VIII ☒ Bestimmte Bemerkungen zur internationalen Anmeldung

Datum der Einreichung des Antrags

07/03/2000

Datum der Fertigstellung dieses Berichts

28.11.2000

Name und Postanschrift der mit der internationalen vorläufigen Prüfung beauftragten Behörde:



Europäisches Patentamt - P.B. 5818 Patentlaan 2
NL-2280 HV Rijswijk - Pays Bas
Tel. +31 70 340 - 2040 Tx: 31 651 epo nl
Fax: +31 70 340 - 3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Sonius, M

Tel. Nr. +31 70 340 3262



THIS PAGE BLANK (USPTO)

I. Grundlage des Berichts

1. Dieser Bericht wurde erstellt auf der Grundlage (*Ersatzblätter, die dem Anmeldeamt auf eine Aufforderung nach Artikel 14 hin vorgelegt wurden, gelten im Rahmen dieses Berichts als "ursprünglich eingereicht" und sind ihm nicht beigefügt, weil sie keine Änderungen enthalten.*):

Beschreibung, Seiten:

1-37 ursprüngliche Fassung

Patentansprüche, Nr.:

1-35 ursprüngliche Fassung

Zeichnungen, Blätter:

1/6-6/6 ursprüngliche Fassung

2. Hinsichtlich der **Sprache**: Alle vorstehend genannten Bestandteile standen der Behörde in der Sprache, in der die internationale Anmeldung eingereicht worden ist, zur Verfügung oder wurden in dieser eingereicht, sofern unter diesem Punkt nichts anderes angegeben ist.

Die Bestandteile standen Behörde in der Sprache: , zur Verfügung bzw. wurden in dieser Sprache eingereicht; dabei handelt es sich um

- ☐ die Sprache der Übersetzung, die für die Zwecke der internationalen Recherche eingereicht worden ist (nach Regel 23.1(b)).
- ☐ die Veröffentlichungssprache der internationalen Anmeldung (nach Regel 48.3(b)).
- ☐ die Sprache der Übersetzung, die für die Zwecke der internationalen vorläufigen Prüfung eingereicht worden ist (nach Regel 55.2 und/oder 55.3).

3. Hinsichtlich der in der internationalen Anmeldung offenbarten **Nucleotid- und/oder Aminosäuresequenz** ist die internationale vorläufige Prüfung auf der Grundlage des Sequenzprotokolls durchgeführt worden, das:

- ☐ in der internationalen Anmeldung in schriftlicher Form enthalten ist.
- ☐ zusammen mit der internationalen Anmeldung in computerlesbarer Form eingereicht worden ist.
- ☐ bei der Behörde nachträglich in schriftlicher Form eingereicht worden ist.
- ☐ bei der Behörde nachträglich in computerlesbarer Form eingereicht worden ist.
- ☐ Die Erklärung, dass das nachträglich eingereichte schriftliche Sequenzprotokoll nicht über den Offenbarungsgehalt der internationalen Anmeldung im Anmeldezeitpunkt hinausgeht, wurde vorgelegt.
- ☐ Die Erklärung, dass die in computerlesbarer Form erfassten Informationen dem schriftlichen Sequenzprotokoll entsprechen, wurde vorgelegt.

4. Aufgrund der Änderungen sind folgende Unterlagen fortgefallen:

THIS PAGE BLANK (USPTO)

INTERNATIONALER VORLÄUFIGER PRÜFUNGSBERICHT

Internationales Aktenzeichen PCT/EP99/05946

- ☐ Beschreibung, Seiten:
☐ Ansprüche, Nr.:
☐ Zeichnungen, Blatt:

5. ☐ Dieser Bericht ist ohne Berücksichtigung (von einigen) der Änderungen erstellt worden, da diese aus den angegebenen Gründen nach Auffassung der Behörde über den Offenbarungsgehalt in der ursprünglich eingereichten Fassung hinausgehen (Regel 70.2(c)).

(Auf Ersatzblätter, die solche Änderungen enthalten, ist unter Punkt 1 hinzuweisen; sie sind diesem Bericht beizufügen).

6. Etwaige zusätzliche Bemerkungen:

V. Begründete Feststellung nach Artikel 35(2) hinsichtlich der Neuheit, der erfinderischen Tätigkeit und der gewerblichen Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung

1. Feststellung

Neuheit (N)	Ja: Ansprüche	1-35
	Nein: Ansprüche	
Erfinderische Tätigkeit (ET)	Ja: Ansprüche	1-35
	Nein: Ansprüche	
Gewerbliche Anwendbarkeit (GA)	Ja: Ansprüche	1-35
	Nein: Ansprüche	

2. Unterlagen und Erklärungen
siehe Beiblatt

VII. Bestimmte Mängel der internationalen Anmeldung

Es wurde festgestellt, daß die internationale Anmeldung nach Form oder Inhalt folgende Mängel aufweist:
siehe Beiblatt

VIII. Bestimmte Bemerkungen zur internationalen Anmeldung

Zur Klarheit der Patentansprüche, der Beschreibung und der Zeichnungen oder zu der Frage, ob die Ansprüche in vollem Umfang durch die Beschreibung gestützt werden, ist folgendes zu bemerken:
siehe Beiblatt

THIS PAGE BLANK (USPTO)

Zu Punkt V

Begründete Feststellung nach Artikel 35(2) hinsichtlich der Neuheit, der erfinderischen Tätigkeit und der gewerblichen Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung

1. D1 = Artikel von Wiskott et al. "Face Recognition by Elastic Bunch Graph Matching".
2. D1 beschreibt ein Verfahren zum automatisierten Erkennen von Strukturen in digitalisierten Bilddaten wobei aus Referenzbildern generierte Referenzgraphen benutzt werden (Zusammenfassung, "Bunch graphs"). Die Referenzgraphen haben eine netzartige Struktur wobei den Knoten des Netzes "Jets" zugeordnet sind (siehe Abbildungen 2, 3).
Jets werden ermittelt durch Faltungen der Referenzbilder mit Filterfunktionen, sogenannte "Gabor kernels". "Gabor kernels" haben verschiedene Größen und Orientierungen (siehe Paragraph 2.1).
 - 2.1 Der Gegenstand des Anspruchs 1 unterscheidet sich deshalb von dem aus D1 bekannten Stand der Technik dadurch, daß den Jets weitere Merkmale zugeordnet sind (siehe Bemerkung 1 zu Punkt VIII- "bestimmte Bemerkungen").
 - 2.2 Die mit der vorliegenden Erfindung zu lösende Aufgabe ist, eine verbesserte Erkennungsrate zu verwirklichen.
 - 2.3 Weder D1, noch irgendwelche weiteren Dokumente nennen die Möglichkeit, die Gaborfunktionen mit weiteren Merkmalen zu kombinieren. Die in Anspruch 1 für diese Aufgabe vorgeschlagene Lösung beruht deshalb auf einer erfinderischen Tätigkeit (Artikel 33(3) PCT):
3. Die Ansprüche 2-35 sind vom Anspruch 1 abhängig und erfüllen damit ebenfalls die Erfordernisse des PCT in bezug auf Neuheit und erfinderische Tätigkeit.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

Zu Punkt VII

Bestimmte Mängel der internationalen Anmeldung

1. Der Anspruch 1 ist nicht in der zweiteiligen Form abgefaßt worden, Regel 6.3 b) PCT.
2. D1 wird in der Beschreibung nicht genannt.
3. Die Merkmale der Ansprüche sind nicht mit in Klammern gesetzten Bezugszeichen versehen worden (Regel 6.2 b) PCT).

Zu Punkt VIII

Bestimmte Bemerkungen zur internationalen Anmeldung

1 Nach dem derzeitigen Verständnis der IPEA, unterscheidet sich die Erfindung vom nächsten Stand der Technik (D1 = Artikel von Wiskott et al) wesentlich dadurch, daß ein Teil der den Knoten eines charakterisierenden Graphs zugeordneten "Jets" nicht nur durch Faltungen der Bilddaten mit Filterfunktionen ermittelten Daten, sondern zumindest ein zusätzliches Merkmal umfaßt. Es ist bei den Bemerkungen zu Punkt V angenommen, daß Anspruch 1 versucht diesen Unterschied zu definieren.

Die derzeitige Formulierung des Anspruchs 1 umfaßt jedoch, wegen der wiederholte Nutzung von "oder", auch Verfahren, in denen nur die bekannten sogenannten Gaborfiltermerkmale benutzt werden.

Formell genommen ist der Gegenstand des Anspruchs 1 daher nicht neu, und Anspruch 1 ist nicht von der Beschreibung gestützt.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

PATENT COOPERATION TREATY

PCT

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

(PCT Article 36 and Rule 70)

9

Applicant's or agent's file reference PCT 1054-065	FOR FURTHER ACTION See Notification of Transmittal of International Preliminary Examination Report (Form PCT/IPEA/416)	
International application No. PCT/EP99/05946	International filing date (day/month/year) 13 August 1999 (13.08.99)	Priority date (day/month/year) 14 August 1998 (14.08.98)
International Patent Classification (IPC) or national classification and IPC G06K 9/80		
Applicant ECKES, Christian		

1. This international preliminary examination report has been prepared by this International Preliminary Examining Authority and is transmitted to the applicant according to Article 36.	
2. This REPORT consists of a total of <u>5</u> sheets, including this cover sheet.	
<input type="checkbox"/>	This report is also accompanied by ANNEXES, i.e., sheets of the description, claims and/or drawings which have been amended and are the basis for this report and/or sheets containing rectifications made before this Authority (see Rule 70.16 and Section 607 of the Administrative Instructions under the PCT).
These annexes consist of a total of _____ sheets.	
3. This report contains indications relating to the following items:	
I <input checked="" type="checkbox"/>	Basis of the report
II <input type="checkbox"/>	Priority
III <input type="checkbox"/>	Non-establishment of opinion with regard to novelty, inventive step and industrial applicability
IV <input type="checkbox"/>	Lack of unity of invention
V <input checked="" type="checkbox"/>	Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement
VI <input type="checkbox"/>	Certain documents cited
VII <input checked="" type="checkbox"/>	Certain defects in the international application
VIII <input checked="" type="checkbox"/>	Certain observations on the international application

Date of submission of the demand 07 March 2000 (07.03.00)	Date of completion of this report 28 November 2000 (28.11.2000)
Name and mailing address of the IPEA/EP	Authorized officer
Facsimile No.	Telephone No.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No.

PCT/EP99/05946

I. Basis of the report

1. This report has been drawn on the basis of *(Replacement sheets which have been furnished to the receiving Office in response to an invitation under Article 14 are referred to in this report as "originally filed" and are not annexed to the report since they do not contain amendments.)*:

- ☐ the international application as originally filed.
- ☒ the description, pages 1-37, as originally filed,
 pages _____, filed with the demand,
 pages _____, filed with the letter of _____,
 pages _____, filed with the letter of _____.
- ☒ the claims, Nos. 1-35, as originally filed,
 Nos. _____, as amended under Article 19,
 Nos. _____, filed with the demand,
 Nos. _____, filed with the letter of _____,
 Nos. _____, filed with the letter of _____.
- ☒ the drawings, sheets/fig 1/6-6/6, as originally filed,
 sheets/fig _____, filed with the demand,
 sheets/fig _____, filed with the letter of _____,
 sheets/fig _____, filed with the letter of _____.

2. The amendments have resulted in the cancellation of:

- ☐ the description, pages _____
- ☐ the claims, Nos. _____
- ☐ the drawings, sheets/fig _____

3. ☐ This report has been established as if (some of) the amendments had not been made, since they have been considered to go beyond the disclosure as filed, as indicated in the Supplemental Box (Rule 70.2(c)).

4. Additional observations, if necessary:

THIS PAGE BLANK (USPTO)

V. Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement**1. Statement**

Novelty (N)	Claims	1-35	YES
	Claims		NO
Inventive step (IS)	Claims	1-35	YES
	Claims		NO
Industrial applicability (IA)	Claims	1-35	YES
	Claims		NO

2. Citations and explanations

1. D1: Article by Wiskott et al. entitled "Face Recognition by Elastic Bunch Graph Matching".

2. D1 describes a method for the automatic recognition of structures in digitised image data using reference graphs generated from reference images (abstract, "Bunch graphs"). The reference graphs have a network-like structure, "jets" being associated with the network nodes (see Figures 2 and 3).

Jets are determined by convoluting the reference images with filter functions, so-called "Gabor kernels". "Gabor kernels" have different sizes and orientations (see paragraph 2.1),

2.1 The subject matter of Claim 1 therefore differs from the prior art known from D1 in that further features are associated with the jets (see observation 1 under Box VIII).

2.2 The present invention addresses the problem of developing an improved recognition rate.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

- 2.3 Neither D1 nor any other document mentions the possibility of combining the Gabor functions with further features. The solution to the above problem proposed in Claim 1 therefore involves an inventive step (PCT Article 33(3)).
3. Claims 2-35 are dependent on Claim 1 and therefore likewise meet the PCT requirements for novelty and inventive step.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

VII. Certain defects in the international application

The following defects in the form or contents of the international application have been noted:

1. Claim 1 is not drafted in the two-part form (PCT Rule 6.3(b)).
2. The description does not cite D1.
3. The features of the claims are not followed by reference signs placed between parentheses (PCT Rule 6.2(b)).

THIS PAGE BLANK (USPTO)

VIII. Certain observations on the international application

The following observations on the clarity of the claims, description, and drawings or on the question whether the claims are fully supported by the description, are made:

According to the current understanding of the IPEA, the invention differs from the closest prior art (D1: article by Wiskott et al.) essentially in that some of the "jets" associated with the nodes of a characterising graph comprise not only data determined by convoluting image data with filter functions, but also at least one additional feature. The observations made in Box V are based on the assumption that Claim 1 attempts to define this difference.

However, owing to the repeated use of the word "or", the present wording of Claim 1 also covers methods in which only the known so-called Gabor filter features are used.

Consequently, the subject matter of Claim 1 is not formally novel and Claim 1 is not supported by the description.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

PCT

NOTICE INFORMING THE APPLICANT OF THE
COMMUNICATION OF THE INTERNATIONAL
APPLICATION TO THE DESIGNATED OFFICES

(PCT Rule 47.1(c), first sentence)

From the INTERNATIONAL BUREAU

To:

GRÜNECKER, KINKELDEY, STOCKMAIR &
SCHWANHÄUSSER
Maximilianstrasse 58
D-80538 München
ALLEMAGNEGRÜNECKER, KINKELDEY, STOCKMAIR
& SCHWANHÄUSSER
ANWALTSOZIOZETÄT

03. März 2000

FRIST
TERM
EINGANG - RECEIVED

Date of mailing (day/month/year) 24 February 2000 (24.02.00)		IMPORTANT NOTICE	
Applicant's or agent's file reference PCT 1054-065			
International application No. PCT/EP99/05946	International filing date (day/month/year) 13 August 1999 (13.08.99)	Priority date (day/month/year) 14 August 1998 (14.08.98)	
Applicant ECKES, Christian et al			

1. Notice is hereby given that the International Bureau has communicated, as provided in Article 20, the international application to the following designated Offices on the date indicated above as the date of mailing of this Notice:
AU,CN,EP,IL,JP,KP,KR,US

In accordance with Rule 47.1(c), third sentence, those Offices will accept the present Notice as conclusive evidence that the communication of the international application has duly taken place on the date of mailing indicated above and no copy of the international application is required to be furnished by the applicant to the designated Office(s).

2. The following designated Offices have waived the requirement for such a communication at this time:
AE,AL,AM,AP,AT,AZ,BA,BB,BG,BR,BY,CA,CH,CR,CU,CZ,DK,DM,EA,EE,ES,FI,GB,GD,GE,GH,GM,
HR,HU,ID,IN,IS,KE,KG,KZ,LC,LK,LR,LS,LT,LU,LV,MD,MG,MK,MN,MW,MX,NO,NZ,OA,PL,PT,RO,
RU,SD,SE,SG,SI,SK,SL,TJ,TM,TR,TT,UA,UG,UZ,VN,YU,ZA,ZW
The communication will be made to those Offices only upon their request. Furthermore, those Offices do not require the applicant to furnish a copy of the international application (Rule 49.1(a-bis)).

3. Enclosed with this Notice is a copy of the international application as published by the International Bureau on
24 February 2000 (24.02.00) under No. WO 00/10119

REMINDER REGARDING CHAPTER II (Article 31(2)(a) and Rule 54.2)

If the applicant wishes to postpone entry into the national phase until 30 months (or later in some Offices) from the priority date, a demand for international preliminary examination must be filed with the competent International Preliminary Examining Authority before the expiration of 19 months from the priority date.

It is the applicant's sole responsibility to monitor the 19-month time limit.

Note that only an applicant who is a national or resident of a PCT Contracting State which is bound by Chapter II has the right to file a demand for international preliminary examination.

REMINDER REGARDING ENTRY INTO THE NATIONAL PHASE (Article 22 or 39(1))

If the applicant wishes to proceed with the international application in the national phase, he must, within 20 months or 30 months, or later in some Offices, perform the acts referred to therein before each designated or elected Office.

For further important information on the time limits and acts to be performed for entering the national phase, see the Annex to Form PCT/IB/301 (Notification of Receipt of Record Copy) and Volume II of the PCT Applicant's Guide.

The International Bureau of WIPO 34, chemin des Colombettes 1211 Geneva 20, Switzerland	Authorized officer J. Zahra
Facsimile No. (41-22) 740.14.35	Telephone No. (41-22) 338.83.38

THIS PAGE BLANK (USPTO)

**NOTICE INFORMING THE APPLICANT OF THE COMMUNICATION OF
THE INTERNATIONAL APPLICATION TO THE DESIGNATED OFFICES**

Date of mailing (day/month/year) 24 February 2000 (24.02.00)	IMPORTANT NOTICE
Applicant's or agent's file reference PCT 1054-065	International application No. PCT/EP99/05946
<p>The applicant is hereby notified that, at the time of establishment of this Notice, the time limit under Rule 46.1 for making amendments under Article 19 has not yet expired and the International Bureau had received neither such amendments nor a declaration that the applicant does not wish to make amendments.</p>	

THIS PAGE BLANK (USPTO)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.

PCT/EP 99/05946

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 G06K9/80

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 7 G06K

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WISKOTT L ET AL: "FACE RECOGNITION BY ELASTIC BUNCH GRAPH MATCHING" IEEE TRANSACTIONS ON PATTERN ANALYSIS AND MACHINE INTELLIGENCE, US, IEEE INC. NEW YORK, vol. 19, no. 7, pages 775-779, XP000698176 ISSN: 0162-8828 the whole document	1,2
A	DE 44 06 020 C (ZENTRUM FUER NEUROINFORMATIK G) 29 June 1995 (1995-06-29) cited in the application abstract	1

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

*** Special categories of cited documents:**

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

18 November 1999

Date of mailing of the international search report

11/01/2000

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Sonius, M

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP 99/05946

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 G06K9/80

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 7 G06K

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WISKOTT L ET AL: "FACE RECOGNITION BY ELASTIC BUNCH GRAPH MATCHING" IEEE TRANSACTIONS ON PATTERN ANALYSIS AND MACHINE INTELLIGENCE, US, IEEE INC. NEW YORK, vol. 19, no. 7, pages 775-779, XP000698176 ISSN: 0162-8828 the whole document	1,2
A	DE 44 06 020 C (ZENTRUM FUER NEUROINFORMATIK G) 29 June 1995 (1995-06-29) cited in the application abstract	1

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

18 November 1999

Date of mailing of the international search report

11/01/2000

Name and mailing address of the ISA
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Sonius, M

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP 99/05946

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 4406020 C	29-06-1995	NONE	

THIS PAGE BLANK (USPTO)

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 G06K9/80

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 G06K

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	WISKOTT L ET AL: "FACE RECOGNITION BY ELASTIC BUNCH GRAPH MATCHING" IEEE TRANSACTIONS ON PATTERN ANALYSIS AND MACHINE INTELLIGENCE, US, IEEE INC. NEW YORK, Bd. 19, Nr. 7, Seiten 775-779, XP000698176 ISSN: 0162-8828 das ganze Dokument	1,2
A	DE 44 06 020 C (ZENTRUM FUER NEUROINFORMATIK G) 29. Juni 1995 (1995-06-29) in der Anmeldung erwähnt Zusammenfassung	1

☐ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"Z" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

18. November 1999

Abschließendes Datum des internationalen Recherchenberichts

11/01/2000

Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5618 Patentaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Sonius, M

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Int. Nationales Aktenzeichen

PCT/EP 99/05946

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 4406020 C	29-06-1995	KEINE	

VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT
AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS

PCT

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

(Artikel 18 sowie Regeln 43 und 44 PCT)

Aktenzeichen des Anmelders oder Anwalts PCT 1054-065	WEITERES VORGEHEN siehe Mitteilung über die Übermittlung des internationalen Recherchenberichts (Formblatt PCT/ISA/220) sowie, soweit zutreffend, nachstehender Punkt 5
Internationales Aktenzeichen PCT/EP 99/05946	Internationales Anmeldedatum (Tag/Monat/Jahr) 13/08/1999
(Frühestes) Prioritätsdatum (Tag/Monat/Jahr) 14/08/1998	
Anmelder ECKES, Christian et al.	

Dieser internationale Recherchenbericht wurde von der Internationalen Recherchenbehörde erstellt und wird dem Anmelder gemäß Artikel 18 übermittelt. Eine Kopie wird dem Internationalen Büro übermittelt.

Dieser internationale Recherchenbericht umfaßt insgesamt 2 Blätter.

☒ Darüber hinaus liegt ihm jeweils eine Kopie der in diesem Bericht genannten Unterlagen zum Stand der Technik bei.

1. Grundlage des Berichts

a. Hinsichtlich der **Sprache** ist die internationale Recherche auf der Grundlage der internationalen Anmeldung in der Sprache durchgeführt worden, in der sie eingereicht wurde, sofern unter diesem Punkt nichts anderes angegeben ist.

☐ Die internationale Recherche ist auf der Grundlage einer bei der Behörde eingereichten Übersetzung der internationalen Anmeldung (Regel 23.1 b)) durchgeführt worden.

b. Hinsichtlich der in der internationalen Anmeldung offenbaren **Nucleotid- und/oder Aminosäuresequenz** ist die internationale Recherche auf der Grundlage des Sequenzprotokolls durchgeführt worden, das

☐ in der internationalen Anmeldung in schriftlicher Form enthalten ist.

☐ zusammen mit der internationalen Anmeldung in computerlesbarer Form eingereicht worden ist.

☐ bei der Behörde nachträglich in schriftlicher Form eingereicht worden ist.

☐ bei der Behörde nachträglich in computerlesbarer Form eingereicht worden ist.

☐ Die Erklärung, daß das nachträglich eingereichte schriftliche Sequenzprotokoll nicht über den Offenbarungsgehalt der internationalen Anmeldung im Anmeldezeitpunkt hinausgeht, wurde vorgelegt.

☐ Die Erklärung, daß die in computerlesbarer Form erfaßten Informationen dem schriftlichen Sequenzprotokoll entsprechen, wurde vorgelegt.

2. ☐ Bestimmte Ansprüche haben sich als nicht recherchierbar erwiesen (siehe Feld I).

3. ☐ Mangelnde Einheitlichkeit der Erfindung (siehe Feld II).

4. Hinsichtlich der Bezeichnung der Erfindung

☒ wird der vom Anmelder eingereichte Wortlaut genehmigt.

☐ wurde der Wortlaut von der Behörde wie folgt festgesetzt:

5. Hinsichtlich der Zusammenfassung

☒ wird der vom Anmelder eingereichte Wortlaut genehmigt.

☐ wurde der Wortlaut nach Regel 38.2b) in der in Feld III angegebenen Fassung von der Behörde festgesetzt. Der Anmelder kann der Behörde innerhalb eines Monats nach dem Datum der Absendung dieses internationalen Recherchenberichts eine Stellungnahme vorlegen.

6. Folgende Abbildung der **Zeichnungen** ist mit der Zusammenfassung zu veröffentlichen: Abb. Nr. 3

☒ wie vom Anmelder vorgeschlagen

☐ keine der Abb.

☐ weil der Anmelder selbst keine Abbildung vorgeschlagen hat.

☐ weil diese Abbildung die Erfindung besser kennzeichnet.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 G06K9/80

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETERecherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 7 G06K

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A ✓	WISKOTT L ET AL: "FACE RECOGNITION BY ELASTIC BUNCH GRAPH MATCHING" IEEE TRANSACTIONS ON PATTERN ANALYSIS AND MACHINE INTELLIGENCE, US, IEEE INC. NEW YORK, Bd. 19, Nr. 7, Seiten 775-779, XP000698176 ISSN: 0162-8828 das ganze Dokument	1,2
A ✓	DE 44 06 020 C (ZENTRUM FUER NEUROINFORMATIK G) 29. Juni 1995 (1995-06-29) in der Anmeldung erwähnt Zusammenfassung	1



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

18. November 1999

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

11/01/2000

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Sonius, M

THIS PAGE BLANK (USPTO)

Information on patent family members

International Application No.

CT/EP 99/05946

Patent document
cited in search report

Publication date

Patent family member(s)

Publication date

DE 4406020

C

29-06-1995

NONE

THIS PAGE BLANK (USPTO)

VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS

PCT

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

(Artikel 18 sowie Regeln 43 und 44 PCT)

Aktenzeichen des Anmelders oder Anwalts 204 001 P	WEITERES VORGEHEN siehe Mitteilung über die Übermittlung des internationalen Recherchenberichts (Formblatt PCT/ISA/220) sowie, soweit zutreffend, nachstehender Punkt 5	
Internationales Aktenzeichen PCT/EP 99/ 05912	Internationales Anmeldedatum (Tag/Monat/Jahr) 11/08/1999	(Frühestes) Prioritätsdatum (Tag/Monat/Jahr) 11/08/1998
Anmelder KUBATZKI, Klaus		

Dieser internationale Recherchenbericht wurde von der Internationalen Recherchenbehörde erstellt und wird dem Anmelder gemäß Artikel 18 übermittelt. Eine Kopie wird dem Internationalen Büro übermittelt.

Dieser internationale Recherchenbericht umfaßt insgesamt 3 Blätter.

☒ Darüber hinaus liegt ihm jeweils eine Kopie der in diesem Bericht genannten Unterlagen zum Stand der Technik bei.

1. Grundlage des Berichts

a. Hinsichtlich der **Sprache** ist die internationale Recherche auf der Grundlage der internationalen Anmeldung in der Sprache durchgeführt worden, in der sie eingereicht wurde, sofern unter diesem Punkt nichts anderes angegeben ist.

☐ Die internationale Recherche ist auf der Grundlage einer bei der Behörde eingereichten Übersetzung der internationalen Anmeldung (Regel 23.1 b)) durchgeführt worden.

b. Hinsichtlich der in der internationalen Anmeldung offenbarten **Nucleotid- und/oder Aminosäuresequenz** ist die internationale Recherche auf der Grundlage des Sequenzprotokolls durchgeführt worden, das

☐ in der internationalen Anmeldung in schriftlicher Form enthalten ist.

☐ zusammen mit der internationalen Anmeldung in computerlesbarer Form eingereicht worden ist.

☐ bei der Behörde nachträglich in schriftlicher Form eingereicht worden ist.

☐ bei der Behörde nachträglich in computerlesbarer Form eingereicht worden ist.

☐ Die Erklärung, daß das nachträglich eingereichte schriftliche Sequenzprotokoll nicht über den Offenbarungsgehalt der internationalen Anmeldung im Anmeldezeitpunkt hinausgeht, wurde vorgelegt.

☐ Die Erklärung, daß die in computerlesbarer Form erfaßten Informationen dem schriftlichen Sequenzprotokoll entsprechen, wurde vorgelegt.

2. ☐ Bestimmte Ansprüche haben sich als nicht recherchierbar erwiesen (siehe Feld I).

3. ☐ Mangelnde Einheitlichkeit der Erfindung (siehe Feld II).

4. Hinsichtlich der Bezeichnung der Erfindung

☒ wird der vom Anmelder eingereichte Wortlaut genehmigt.

☐ wurde der Wortlaut von der Behörde wie folgt festgesetzt:

5. Hinsichtlich der Zusammenfassung

☒ wird der vom Anmelder eingereichte Wortlaut genehmigt.

☐ wurde der Wortlaut nach Regel 38.2b) in der in Feld III angegebenen Fassung von der Behörde festgesetzt. Der Anmelder kann der Behörde innerhalb eines Monats nach dem Datum der Absendung dieses internationalen Recherchenberichts eine Stellungnahme vorlegen.

6. Folgende Abbildung der **Zeichnungen** ist mit der Zusammenfassung zu veröffentlichen: Abb. Nr. 1

☒ wie vom Anmelder vorgeschlagen

☐ weil der Anmelder selbst keine Abbildung vorgeschlagen hat.

☐ weil diese Abbildung die Erfindung besser kennzeichnet.

☐ keine der Abb.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 IPK 7 B64F1/305

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 B64F B63B

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	FR 2 115 136 A (RHEINSTAHL AG TRANSPORTTECHNIK) 7. Juli 1972 (1972-07-07) Seite 2, Zeile 19 -Seite 3, Zeile 10 Seite 3, Zeile 28 -Seite 4, Zeile 7 Abbildungen	1-3, 6, 7, 10, 14
Y	DE 18 14 165 A (BRAUER) 13. August 1970 (1970-08-13) in der Anmeldung erwähnt Abbildungen	1-3, 6, 7, 10, 14
A, P	DE 298 07 465 U (KUBATZKI KLAUS) 19. November 1998 (1998-11-19) Abbildungen	1
	--- -/--	

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

° Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

20. Dezember 1999

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

11/01/2000

 Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
 Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
 Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Estrela y Calpe, J

THIS PAGE BLANK (USPTO)

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A,P	DE 197 17 386 A (KUBATZKI KLAUS) 29. Oktober 1998 (1998-10-29) Abbildungen -----	1

THIS PAGE BLANK (USPTO)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

ation on patent family members

International Application No

PCT/EP 99/05912

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
FR 2115136	A	07-07-1972	DE 2057464 A	15-06-1972
			IT 940523 B	20-02-1973
			NL 7112428 A	25-05-1972
DE 1814165	A	13-08-1970	NONE	
DE 29807465	U	19-11-1998	NONE	
DE 19717386	A	29-10-1998	WO 9847764 A	29-10-1998

THIS PAGE BLANK (USPTO)

VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS

PCT

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

(Artikel 18 sowie Regeln 43 und 44 PCT)

Aktenzeichen des Anmelders oder Anwalts 79 233 a/jm	WEITERES VORGEHEN siehe Mitteilung über die Übermittlung des internationalen Recherchenberichts (Formblatt PCT/ISA/220) sowie, soweit zutreffend, nachstehender Punkt 5	
Internationales Aktenzeichen PCT/EP 99/ 05852	Internationales Anmeldedatum (Tag/Monat/Jahr) 12/08/1999	(Frühestes) Prioritätsdatum (Tag/Monat/Jahr) 12/08/1998
Anmelder HOMAG MASCHINENBAU AG et al.		

Dieser internationale Recherchenbericht wurde von der Internationalen Recherchenbehörde erstellt und wird dem Anmelder gemäß Artikel 18 übermittelt. Eine Kopie wird dem Internationalen Büro übermittelt.

Dieser internationale Recherchenbericht umfaßt insgesamt 3 Blätter.

☒ Darüber hinaus liegt ihm jeweils eine Kopie der in diesem Bericht genannten Unterlagen zum Stand der Technik bei.

1. Grundlage des Berichts

a. Hinsichtlich der **Sprache** ist die internationale Recherche auf der Grundlage der internationalen Anmeldung in der Sprache durchgeführt worden, in der sie eingereicht wurde, sofern unter diesem Punkt nichts anderes angegeben ist.

☐ Die internationale Recherche ist auf der Grundlage einer bei der Behörde eingereichten Übersetzung der internationalen Anmeldung (Regel 23.1 b)) durchgeführt worden.

b. Hinsichtlich der in der internationalen Anmeldung offenbarten **Nucleotid- und/oder Aminosäuresequenz** ist die internationale Recherche auf der Grundlage des Sequenzprotokolls durchgeführt worden, das

☐ in der internationalen Anmeldung in schriftlicher Form enthalten ist.

☐ zusammen mit der internationalen Anmeldung in computerlesbarer Form eingereicht worden ist.

☐ bei der Behörde nachträglich in schriftlicher Form eingereicht worden ist.

☐ bei der Behörde nachträglich in computerlesbarer Form eingereicht worden ist.

☐ Die Erklärung, daß das nachträglich eingereichte schriftliche Sequenzprotokoll nicht über den Offenbarungsgehalt der internationalen Anmeldung im Anmeldezeitpunkt hinausgeht, wurde vorgelegt.

☐ Die Erklärung, daß die in computerlesbarer Form erfaßten Informationen dem schriftlichen Sequenzprotokoll entsprechen, wurde vorgelegt.

2. ☐ Bestimmte Ansprüche haben sich als nicht recherchierbar erwiesen (siehe Feld I).

3. ☐ Mangelnde Einheitlichkeit der Erfindung (siehe Feld II).

4. Hinsichtlich der Bezeichnung der Erfindung

☒ wird der vom Anmelder eingereichte Wortlaut genehmigt.

☐ wurde der Wortlaut von der Behörde wie folgt festgesetzt:

5. Hinsichtlich der Zusammenfassung

☒ wird der vom Anmelder eingereichte Wortlaut genehmigt.

☐ wurde der Wortlaut nach Regel 38.2b) in der in Feld III angegebenen Fassung von der Behörde festgesetzt. Der Anmelder kann der Behörde innerhalb eines Monats nach dem Datum der Absendung dieses internationalen Recherchenberichts eine Stellungnahme vorlegen.

6. Folgende Abbildung der **Zeichnungen** ist mit der Zusammenfassung zu veröffentlichen: Abb. Nr. 1

☒ wie vom Anmelder vorgeschlagen

☐ weil der Anmelder selbst keine Abbildung vorgeschlagen hat.

☐ weil diese Abbildung die Erfindung besser kennzeichnet.

☐ keine der Abb.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 IPK 7 B41F16/00

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 B41F

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
P,X	EP 0 900 654 A (TOPPAN PRINTING CO LTD) 10. März 1999 (1999-03-10)	2-4,6-8, 10, 12-14,16
A	Seite 8, Zeile 18 -Seite 8, Zeile 45; Abbildungen	1,5,9, 11,15, 17-21

A	EP 0 743 139 A (HORNBERGER MASCHBAU GMBH) 20. November 1996 (1996-11-20) in der Anmeldung erwähnt Zusammenfassung; Abbildungen 1,1A	1-21

A	DE 30 04 518 A (LAUBE R) 13. August 1981 (1981-08-13) Seite 22, Zeile 4 -Seite 22, Zeile 18; Abbildung 4	16

	--- -/--	



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

° Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

27. Dezember 1999

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

11/01/2000

 Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
 Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
 Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Madsen, P

THIS PAGE BLANK (USPTO)

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
P, A	WO 99 32291 A (DATACARD CORP) 1. Juli 1999 (1999-07-01) das ganze Dokument ---	1, 20, 21
A	DE 44 21 559 A (ZELLER & GMELIN GMBH & CO; OSMETRIC ENTWICKLUNGS UND PROD (DE)) 21. Dezember 1995 (1995-12-21) das ganze Dokument -----	1-21

THIS PAGE BLANK (USPTO)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP 99/05852

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 0900654	A	10-03-1999	JP 11077959 A CA 2246198 A CN 1210075 A	23-03-1999 02-03-1999 10-03-1999
EP 0743139	A	20-11-1996	DE 19517808 A JP 9019840 A	21-11-1996 21-01-1997
DE 3004518	A	13-08-1981	AT 6140 T CA 1201926 A CH 629704 A DE 3041677 A EP 0033776 A JP 56121789 A NO 810386 A US 4462852 A	15-02-1984 18-03-1986 14-05-1982 01-10-1981 19-08-1981 24-09-1981 10-08-1981 31-07-1984
WO 9932291	A	01-07-1999	AU 1287399 A	12-07-1999
DE 4421559	A	21-12-1995	NONE	

THIS PAGE BLANK (USPTO)

INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE
INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

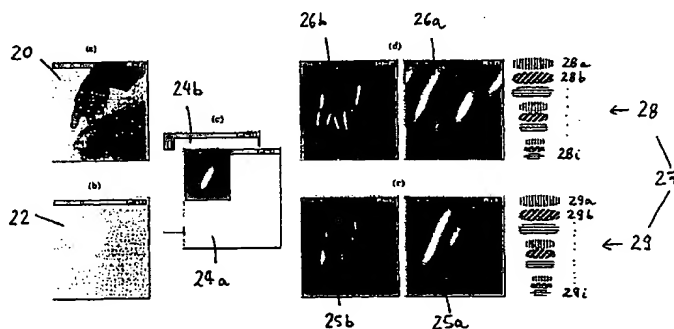
(51) Internationale Patentklassifikation ⁷ : G06K 9/80	A1	(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 00/10119 (43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 24. Februar 2000 (24.02.00)
(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP99/05946 (22) Internationales Anmeldedatum: 13. August 1999 (13.08.99) (30) Prioritätsdaten: 198 37 004.0 ✓ 14. August 1998 (14.08.98) DE (71)(72) Anmelder und Erfinder: ECKES, Christian [DE/DE]; Volmestrasse 113, D-58566 Kierspe (DE). KEFALEA, Efthimia [DE/DE]; Goethestrasse 33, D-61462 Königstein (DE). VON DER MALSBURG, Christoph [DE/DE]; Wiemelhauser Strasse 180, D-44799 Bochum (DE). PÖTZSCH, Michael [DE/DE]; Velsstrasse 112, D-44803 Bochum (DE). RINNE, Michael [DE/DE]; Wordersfeld 8, D-44357 Dortmund (DE). TRIESCH, Jochen [DE/DE]; Dahlhauser Höhe 46, D-44879 Bochum (DE). VORBRÜGGEN, Jan, C. [DE/DE]; Am Varenholt 55A, D-44797 Bochum (DE). (74) Anwalt: GRÜNECKER, KINKELDEY, STOCKMAIR & SCHWANHÄUSSER; Maximilianstrasse 58, D-80538 München (DE).		(81) Bestimmungsstaaten: AE, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, CA, CH, CN, CR, CU, CZ, DK, DM, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MD, MG, MK, MN, MW, MX, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TR, TT, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZW, ARIPO Patent (GH, GM, KE, LS, MW, SD, SL, SZ, UG, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), OAPI Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG). Veröffentlicht <i>Mit internationalem Recherchenbericht.</i> <i>Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche zugelassenen Frist; Veröffentlichung wird wiederholt falls Änderungen eintreffen.</i>

(54) Title: METHOD FOR RECOGNIZING OBJECTS IN DIGITIZED IMAGES

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUM ERKENNEN VON OBJEKTEN IN DIGITALISIERTEN ABBILDUNGEN

(57) Abstract

The inventive method comprises the following steps: (a) providing at least one reference graph comprised of reference images, whereby the or each reference graph provides a net-like structure which is defined each time in that reference image nodes, said nodes being connected to one another by links in a predetermined manner, are appointed to certain reference image data, and of jets, whereby one jet is assigned to each node and each jet comprises at least one partial jet. Said partial jet is determined by convolutions of at least one class of filter functions with different quantities and/or orientations by means of the reference image data, or is determined by convolutions of at least one class of filter functions with different quantities and/or orientations by means of color-segmented reference image data, or is determined by color information with regard to the reference image data, or is determined by means of texture descriptions of the corresponding reference image, or is determined by means of movement vectors at the appointed node; (b) determining an optimal image graph from the digitized image data for each reference graph, whereby the optimal image graph for an appointed reference graph represents the optimal adaptation to the same, and; (c) assigning the or each structure to the reference image corresponding to the reference graph for which the graph comparison function is optimal with regard to the optimal image graph that is determined for said reference graph.



(57) Zusammenfassung

Das Verfahren umfaßt die Schritte (a) Zurverfügungstellen wenigstens eines Referenzgraphen aus Referenzbildern, wobei der oder jeder Referenzgraph eine netzartige Struktur, die jeweils dadurch definiert wird, daß bestimmten Referenzbilddaten Knoten, die durch Links in vorbestimmter Weise miteinander verbunden sind, zugewiesen werden, und Jets, wobei jedem Knoten ein Jet zugeordnet ist und jeder Jet wenigstens einen Teiljet umfaßt, der durch Faltungen wenigstens einer Klasse von Filterfunktionen mit verschiedenen Größen und/oder Orientierungen mit den Referenzbilddaten oder durch Faltungen wenigstens einer Klasse von Filterfunktionen mit verschiedenen Größen und/oder Orientierungen mit farbsegmentierten Referenzbilddaten oder durch Farbinformationen über die Referenzbilddaten oder durch Texturbeschreibungen des entsprechenden Referenzbildes, oder durch Bewegungsvektoren an dem bestimmten Knoten ermittelt wird, (b) Ermitteln eines optimalen Bildgraphen aus den digitalisierten Bilddaten für jeden Referenzgraphen, wobei der optimale Bildgraph für einen bestimmten Referenzgraphen die optimale Anpassung an diesen darstellt und (c) Zuordnen der oder jeder Struktur zu dem Referenzbild, das dem Referenzgraphen entspricht, für den die Graphenvergleichsfunktion in Bezug auf den für ihn ermittelten optimalen Bildgraphen optimal ist.

LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Lettland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbaidshan	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland			TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	ML	Mali	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MN	Mongolei	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MR	Mauritanien	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MW	Malawi	US	Vereinigte Staaten von Amerika
CA	Kanada	IT	Italien	MX	Mexiko		
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NE	Niger	UZ	Usbekistan
CG	Kongo	KE	Kenia	NL	Niederlande	VN	Vietnam
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NO	Norwegen	YU	Jugoslawien
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	NZ	Neuseeland	ZW	Zimbabwe
CM	Kamerun			PL	Polen		
CN	China	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CU	Kuba	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
CZ	Tschechische Republik	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
DE	Deutschland	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DK	Dänemark	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
EE	Estland	LR	Liberia	SG	Singapur		

VERFAHREN ZUM ERKENNEN VON OBJEKTEN IN DIGITALISIERTEN ABBILDUNGEN

Gebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum automatisierten Erkennen einer oder mehrerer Strukturen bzw. eines oder mehrerer Objekte in digitalisierten Bilddaten.

Stand der Technik

Verfahren zum automatisierten Erkennen eines Objekts in digitalisierten Bilddaten sind im Stand der Technik bekannt.

So ist beispielsweise aus der DE 44 06 020 ein Verfahren zur Gesichtserkennung bekannt. Gemäß diesem Verfahren werden aus einem digitalisierten Bild mit Gaborfiltern verschiedener Größe und Orientierung, sogenannte Jets extrahiert, die an den Knoten eines verschiebbaren, skalierbaren und deformierbaren Gitters angeordnet werden. Dieser Graph, d.h. die Struktur des Gitters und die mit den Knoten des Gitters assoziierten Jets, werden mit einem Referenzgraphen, der die zu erkennende Struktur umfaßt, verglichen. Hierzu wird die optimale Form des Gitters durch eine zweistufige Optimierung einer Graphenvergleichsfunktion bestimmt. In der ersten Phase werden Größe und Position des Graphen simultan optimiert; in der zweiten Phase wird die intrinsische Form des Graphen optimiert.

Es hat sich allerdings gezeigt, daß ein erfolgreiches Erkennen einer Struktur oder eines Objekts mit diesem Verfahren sehr stark von der Qualität, insbesondere der Beschaffenheit des Hintergrunds, der Bilddaten, welche die zu erkennende Struktur beinhalten, abhängt. So können mit diesem Verfahren zwar gute Ergebnisse

erzielt werden, wenn die Struktur und das Objekt vor einen neutralen Hintergrund aufgenommen worden sind. In Anwendungen, in denen es jedoch nicht möglich ist, die Bilddaten vor einem neutralen Hintergrund aufzunehmen, können bei dem bekannten Verfahren allerdings Probleme auftreten, die letztlich dazu führen können, daß Strukturen und Objekte nur mangelhaft erkannt werden.

Aus dem Gebiet der Gesichtserkennung, ist ein weiteres Verfahren bekannt, bei dem der Vergleich zwischen dem mit einer Videokamera aufgenommenen Bild eines Kopfes und mehreren in einer Datenbank in gespeicherten Bildern von Köpfen durch einen flexiblen Abbildungsmechanismus realisiert wird, wobei die bestmögliche Abbildung durch ein Optimierungsverfahren bestimmt wird (siehe Lades et al., IEEE Transactions on Computers, 42, 300-311).

Ein Nachteil dieses Verfahrens, ist es allerdings, daß das Verfahren nicht zur Bearbeitung großer Datenmengen geeignet scheint. So konnten Lades et al. zwar ein Bild eines Kopfes aus einer Datenbank, die aus Bildern von 87 Personen bestand, erkennen; bei einer Vielzahl von Anwendungen ist allerdings mit wesentlich größeren Referenzdatenbanken zu rechnen.

Darüber hinaus wurde das Verfahren von Lades et al. nur mit einer speziellen Hardware-Konfiguration, nämlich mit Transputern, d.h. mit mehreren in vorbestimmter Weise miteinander verschalteten Mikroprozessoren, realisiert.

Angesichts dieser Nachteile der Verfahren gemäß dem Stand der Technik liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, die bekannten Verfahren dahingehend zu verbessern, daß ihre Robustheit gegenüber weniger optimalen Bilddaten im Vergleich zum bekannten Verfahren erhöht wird, wobei zusätzlich gewährleistet sein soll, daß das Verfahren mit herkömmlichen Mitteln realisiert werden kann.

Beschreibung der Erfindung

Diese oben stehende Aufgabe wird gelöst durch ein Verfahren zum automatisierten Erkennen einer oder mehrerer Strukturen in digitalisierten Bilddaten mit den Schritten:

(a) Zurverfügungstellen wenigstens eines Referenzgraphen aus digitalisierten Referenzbilddaten entsprechender Referenzbilder, wobei der oder jeder Referenzgraph eine netzartige Struktur, die jeweils dadurch definiert wird, daß bestimmten Referenzbilddaten Knoten, die durch Links in vorbestimmter Weise miteinander verbunden sind, zugewiesen werden, und Jets umfaßt, wobei jedem Knoten ein Jet zugeordnet ist und jeder Jet wenigstens einen Teiljet umfaßt, der durch Faltungen wenigstens einer Klasse von Filterfunktionen mit verschiedenen Größen und/oder Orientierungen mit den Referenzbilddaten des entsprechenden Referenzbildes an dem bestimmten Knoten oder durch Faltungen wenigstens einer Klasse von Filterfunktionen mit verschiedenen Größen und/oder Orientierungen mit farbsegmentierten Referenzbilddaten des entsprechenden Referenzbildes an dem bestimmten Knoten oder durch Farbinformation über die Referenzbilddaten an dem bestimmten Knoten oder durch mit statistischen Verfahren gewonnenen Texturbeschreibungen der Referenzbilddaten an dem bestimmten Knoten oder durch aus zeitlich aufeinanderfolgenden Referenzabbildungen extrahierten Bewegungsvektoren an dem bestimmten Knoten ermittelt wird,

(b) Ermitteln eines optimalen Bildgraphen aus den digitalisierten Bilddaten für jeden Referenzgraphen, wobei der optimale Bildgraph für einen bestimmten Referenzgraphen die optimale Anpassung an diesen darstellt und ermittelt wird durch ein Projizieren der netzartigen Struktur des bestimmten Referenzgraphen in die Bilddaten, wodurch die Struktur des Bildgraphen definiert wird, und Ermitteln von Teiljets des Bildgraphen an den durch seine Struktur definierten Knoten, wobei die

Teiljets mindestens einem Teil der ermittelten Teiljets des bestimmten Referenzgraphen entsprechen, und wobei die Projektion der netzartigen Struktur des bestimmten Referenzgraphen, so lange variiert wird, bis eine Graphenvergleichsfunktion, welche die Jets des Bildgraphen mit den entsprechenden Jets des bestimmten Referenzgraphen vergleicht, optimal wird,

(c) Zuordnen der oder jeder Struktur zu dem Referenzbild, das dem Referenzgraphen entspricht, für den die Graphenvergleichsfunktion in Bezug auf den für ihn ermittelten optimalen Bildgraphen optimal ist.

Durch dieses Verfahrens kann gleichzeitig qualitativ unterschiedliche Bildinformation, wie sie beispielsweise Faltungen der Klasse/Klassen von Filterfunktionen mit beliebigen Größen und/oder Orientierungen mit den Bilddaten und/oder Faltungen der Klasse/Klassen von Filterfunktionen mit beliebigen Größen und/oder Orientierungen mit farbsegmentierten Bilddaten und/oder Farbinformation über die Bilddaten und/oder durch mit statistischen Verfahren gewonnenen Texturbeschreibungen der Bilddaten und/oder durch aus zeitlich aufeinanderfolgenden Abbildungen extrahierten Bewegungsvektoren darstellen, genutzt werden. Dies führt dazu, daß gegenüber dem Stand der Technik eine verbesserte Strukturerkennungsrate verwirklicht werden kann.

Außerdem läßt sich durch die Kombination qualitativ unterschiedlicher Bildinformation eine höhere Robustheit gegenüber den aus dem Stand der Technik bekannten Verfahren erzielen.

Gemäß einer Weiterbildung der Erfindung können weiterhin mehrere Referenzgraphen zur Verfügung gestellt werden, und diejenigen Referenzgraphen, welche netzartige Strukturen aufweisen, die topologisch identisch sind, d.h. sich nur durch

die Längen einander entsprechender Links unterscheiden, können zu einem Referenzbündelgraphen zusammengefaßt werden. Ein derartiger Referenzbündelgraph umfaßt hierbei eine netzartige Struktur, die durch Knoten, welche den Knoten der Referenzgraphen entsprechen, und durch Links, die durch Mittelung der entsprechenden Links der Referenzgraphen ermittelt werden, definiert wird, und Bündeljets, wobei jeder Bündeljet aus den Teiljets, die den Jets an den jeweiligen Knoten der in dem Referenzbündelgraphen zusammengefaßten Referenzgraphen entsprechen, zusammengesetzt wird. Weiterhin wird gemäß dieser Weiterbildung ein optimaler Bildgraph für den oder jeden Referenzbündelgraphen ermittelt. Hierbei stellt der optimale Bildgraph für einen bestimmten Referenzbündelgraphen die optimale Anpassung an diesen dar und wird ermittelt durch ein Projizieren der netzartigen Struktur des bestimmten Referenzbündelgraphen in die Bilddaten, wodurch die Struktur des Bildgraphen definiert wird, und ein Ermitteln von Teiljets, die mindestens einem Teil der Teiljets entsprechen, die zur Ermittlung der Teiljets der dem bestimmten Referenzbündelgraphen zugrunde liegenden Referenzgraphen verwendet worden sind. Weiterhin wird die Projektion der netzartigen Struktur des bestimmten Referenzbündelgraphen, so lange variiert, bis eine Graphenvergleichsfunktion, welche die Jets des Bildgraphen mit den entsprechenden Bündeljets des bestimmten Referenzbündelgraphen vergleicht, optimal wird, wobei Teiljets des Bildgraphen mit Teiljets in dem entsprechenden Bündeljet des bestimmten Referenzbündelgraphen verglichen wird. Schließlich wird jede Struktur dem Referenzbild zugeordnet, das dem Referenzgraphen bzw. dem Referenzgraphen aus dem oder den Referenzbündelgraphen entspricht, für den die Graphenvergleichsfunktion in Bezug auf den für ihn ermittelten optimalen Bildgraphen optimal ist.

Durch die Verwendung von Referenzbündelgraphen können bei gleicher Anzahl von Referenzbildern die Menge der für den Vergleich zur Verfügung stehenden Strukturen erhöht werden, oder anders ausgedrückt erlaubt es ein Referenzbündelgraph eine komplexe Strukturobjektklasse mit wenigen Beispielen zu repräsen-

tieren. Außerdem können durch Referenzbündelgraphen solche Strukturobjekt-klassen durch Beispiele von Individuen modelliert werden.

Hierbei kann, in Abhängigkeit von der jeweiligen Anwendung, also von den zu er-kennenden Strukturen, lediglich ein Teil der zur Verfügung gestellten Referenzgra-phen zu einem oder zu mehreren Referenzbündelgraphen zusammengefaßt wer-den. Hierdurch können Sonderfälle innerhalb einer Objektklasse separat behandelt werden oder unberücksichtigt bleiben.

Alternativ lassen sich auch alle zur Verfügung gestellten Referenzgraphen zu ei-nem oder zu mehreren Referenzbündelgraphen zusammenfassen.

Die vorstehend beschriebenen Verfahren können derart weitergebildet werden, daß die Struktur der den Knoten zugeordneten Jets, die durch die Teiljets bestimmt ist, vom jeweiligen Knoten abhängig ist.

Hierdurch läßt sich ein a priori Wissen über die zu erkennenden Strukturen aus-nützen. So kann beispielsweise bestimmte Bildinformation nur in einem Bereich, in dem sie tatsächlich signifikant ist, ausgewertet werden. Weiterhin können bei-spielsweise Kantenfilter am Strukturrand eingesetzt werden.

Alternativ kann die Struktur der den Knoten zugeordneten Jets, die durch die Teil-jets bestimmt ist, für alle Knoten identisch sein.

Diese Weiterbildung zeichnet sich insbesondere dadurch aus, daß sie eine homo-gene Datenstruktur aufweist. Demnach kann das Verfahren durch eine relativ ein-fache Hard- und/oder Softwareimplementierung realisiert werden.

In den zuvor beschriebenen Verfahren läßt sich vorteilhafterweise eine Graphenvergleichsfunktion einsetzen, die eine Jetvergleichsfunktion umfaßt, welche die Ähnlichkeit der einander entsprechenden Jets berücksichtigt.

Darüber hinaus kann die Graphenvergleichsfunktion eine Vergleichsfunktion für die netzartige Struktur umfassen, welche die metrische Ähnlichkeit des Bildgraphen mit dem entsprechenden Referenzgraphen bzw. dem entsprechenden Referenzbündelgraphen berücksichtigt. Zweckmäßigerweise wird die Graphenvergleichsfunktion in diesem Fall als gewichtete Summe der Jetvergleichsfunktion und der Vergleichsfunktion für die netzartige Struktur definiert.

Die Jetvergleichsfunktion kann als Funktion von Einzeljetvergleichsfunktionen einander entsprechender Jets definiert werden.

Hierzu kann die Jetvergleichsfunktion vorteilhafterweise als gewichtete Summe aus den Einzeljetvergleichsfunktionen und/oder als gewichtetes Produkt aus den Einzeljetvergleichsfunktionen definiert werden.

Zweckmäßigerweise lassen sich zur Ermittlung eines Einzeljetvergleichs Teiljets der entsprechenden Jets berücksichtigen, und eine Einzeljetvergleichsfunktion als Funktion von Teiljetvergleichsfunktionen definieren.

Vorteilhafterweise kann die Einzeljetvergleichsfunktion als gewichtete Summe der Teiljetvergleichsfunktionen und/oder als gewichtetes Produkt der Teiljetvergleichsfunktionen.

Insbesondere können auch unterschiedliche, knotenabhängige bzw. Einzeljetvergleichsfunktionen bzw. Teiljetvergleichsfunktionen eingesetzt werden.

Im Zusammenhang mit den obenbeschriebenen Referenzbündelgraphen können die Bündeljets des Referenzbündelgraphen B^M in Teilbündeljets j_n^M geteilt werden, und die Jetvergleichsfunktion zwischen den Teilbündeljets j_n^M des Referenzbündelgraphen und den entsprechenden Teiljets j_n' des Bildgraphen G' für n Knoten für m Rekursionen gemäß folgender Formeln berechnet werden:

$$S_{\text{Jet}}(B^M, G') = \sum_n \omega_n S_n(B_n^M, J_n'), \text{ oder}$$

$$S_{\text{Jet}}(B^M, G') = \prod_n (S_n(B_n^M, J_n'))^{\omega_n}, \text{ wobei}$$

ω_n ein Wichtungsfaktor für den n -ten Knoten n ist und die Vergleichsfunktion $S_n(B_n^M, J_n')$ für den n -ten Knoten des Referenzbündelgraphen mit dem n -ten Knoten des Bildgraphen gegeben ist durch:

$$S(B^M, J') = \Omega(\{S_{kl}(b_k^M, j_l')\}) =: \Omega(M), \text{ mit}$$

$$\Omega(M) = \sum_i \omega_i \Omega_i^{(1)}(M_i^{(1)}), \text{ oder}$$

$$\Omega(M) = \prod_i (\Omega_i^{(1)}(M_i^{(1)}))^{\omega_i}, \text{ oder}$$

$$\Omega(M) = \max_i \{\omega_i \Omega_i^{(1)}(M_i^{(1)})\}, \text{ oder}$$

$$\Omega(M) = \min_i \{\omega_i \Omega_i^{(1)}(M_i^{(1)})\}, \text{ wobei } \bigcup_i M_i^{(1)} = M$$

.....

$$\Omega_i^{(m-1)}(M_i^{(m-1)}) = \sum_j \omega_j \Omega_j^{(m)}(M_j^{(m)}), \text{ oder}$$

$$\Omega_i^{(m-1)}(M_i^{(1)}) = \prod_j (\Omega_j^{(m)}(M_j^{(m)}))^{\omega_j}, \text{ oder}$$

$$\Omega_i^{(m-1)}(M_i^{(m-1)}) = \max_j \{ \omega_j^{(m)}(M_j^{(m)}) \}, \text{ oder}$$

$$\Omega_i^{(m-1)}(M_i^{(m-1)}) = \min_j \{ \omega_j \Omega_j^{(m)}(M_j^{(m)}) \}, \text{ wobei } \bigcup_j M_j^{(m)} = M_i^{(m-1)} \text{ und mit}$$

$$S(b^M, j') = \sum_n \omega_n S_n(j_n^M, j'), \text{ oder}$$

$$S(b^M, j') = \prod_n (S_n(j_n^M, j'))^{\omega_n}, \text{ oder}$$

$$S(b^M, j') = \max_n \{ \omega_n S_n(j_n^M, j') \}, \text{ oder}$$

$$S(b^M, j') = \min_n \{ \omega_n S_n(j_n^M, j') \}.$$

In diesem Fall können die Teilbündeljets des oder der Referenzbündelgraphen nur Merkmale enthalten, die durch Faltungen wenigstens einer Klasse von Filterfunktionen mit verschiedenen Größen und/oder Orientierungen mit den Referenzbilddaten des entsprechenden Referenzbildes an dem bestimmten Knoten oder durch Faltungen wenigstens einer Klasse von Filterfunktionen mit verschiedenen Größen und/oder Orientierungen mit farbsegmentierten Referenzbilddaten des entsprechenden Referenzbildes an dem bestimmten Knoten oder durch Farbinformation über die Referenzbilddaten an dem bestimmten Knoten oder durch mit statistischen Verfahren gewonnenen Texturbeschreibungen des entsprechenden Referenzbildes an dem bestimmten Knoten oder durch aus zeitlich aufeinanderfolgenden Referenzbildern extrahierten Bewegungsvektoren an dem bestimmten Knoten ermittelt worden sind.

Alternativ können die Teilbündeljets des oder der Referenzbündelgraphen nur Merkmale enthalten, die aus einem Referenzgraphen resultieren.

Darüber hinaus können die Teilbündeljets des oder der Referenzgraphenbündel auch Mischungen aus diesen beiden zuvor genannten Merkmalen umfassen.

Diese unterschiedlichen Vergleichsfunktionen ermöglichen es, das Verfahren anwendungsorientiert so zu optimieren, daß eine möglichst hohe Erkennungsrate und eine möglichst hohe Geschwindigkeit erzielt wird.

Gemäß einer bevorzugten Weiterbildung der oben beschriebenen Verfahren kann nach dem Erkennen jeder Struktur ein Schritt zur Ermittlung der Signifikanz des Erkennung vorgesehen werden. Hierzu kann beispielsweise ein Schätzer verwendet werden, der sowohl die optimale Graphenvergleichsfunktion als auch die nicht optimalen Graphenvergleichsfunktionen berücksichtigt.

Besonders zeichnet sich hierbei ein Schätzer aus, bei dem der Abstand der Werte der nicht optimalen Graphenvergleichsfunktionen von dem Wert der optimalen Graphenvergleichsfunktion ermittelt wird.

Durch diese Maßnahmen erhält man neben der Objekt- bzw. Strukturerkennung auch eine Angabe über die Qualität der Strukturerkennung.

Gemäß einer weiteren vorteilhaften Weiterbildung der zuvor genannten Verfahren, kann jede Struktur den Referenzbildern zugeordnet werden, die den Referenzgraphen bzw. den Referenzgraphen aus den Referenzbündelgraphen entsprechen, für die die Werte der Graphenvergleichsfunktionen in einem vorbestimmten Bereich liegen. Falls die Werte nicht in dem vorbestimmten Bereich liegen, bedeutet dies, daß eine Struktur nicht hinreichend identifiziert werden kann. Demnach eig-

net sich diese Weiterbildung für Anwendungen, in denen aufgrund des Erkennungsvorgangs Entscheidungen getroffen werden sollen, wie beispielsweise bei einer Zugangskontrolle.

Vorteilhafterweise kann in den vorstehend beschriebenen Verfahren die Farbinformation aus den Referenzbilddaten bzw. den Bilddaten ermittelte Farbtonwerte und/oder Farbsättigungswerte und/oder Helligkeitswerte umfassen.

Obwohl die Referenzgraphen bzw. die Referenzbündelgraphen vor jeder Anwendung neu berechnet werden können, was bei Anwendungen zweckmäßig ist, in denen sich die Referenzdaten häufig ändern, insbesondere aktualisiert werden, ist es in den meisten Anwendungen zweckmäßig, daß der Schritt des Zurverfügungstellens der Referenzgraphen bzw. der Referenzbündelgraphen das Abrufen der Referenzgraphen bzw. der Referenzbündelgraphen aus einer zentralen Datenbank und/oder einer dezentralen Datenbank, wie beispielsweise von Chipkarten, umfaßt.

In den oben beschriebenen Verfahren kann gemäß einer bevorzugten Weiterbildung die netzartige Struktur des Referenzgraphen in Form eines regelmäßigen Gitters verwendet werden, dessen Knoten und Links rechtwinklige Maschen bilden.

Alternativ kann als netzartige Struktur des Referenzgraphen ein unregelmäßiges Gitter verwendet wird, dessen Knoten und Links an die zu erkennende Struktur angepaßt sind. Hierbei können den Knoten charakteristische Punkte, sogenannten Landmarken, der zu erkennenden Struktur zugeordnet werden.

In dieser Weiterbildung werden die Jets demnach an den charakteristischen Punkten der Struktur ermittelt. Dadurch werden in erster Linie die charakteristi-

schen Punkte beim Vergleich der Bilddaten mit den Referenzdaten berücksichtigt, wodurch die Signifikanz, mit der eine Struktur erkannt wird, erhöht werden kann.

Vorzugsweise können in den oben beschriebenen Verfahren als Klasse der Filterfunktionen zur Faltung mit den Referenzbilddaten bzw. Bilddaten und/oder als Klasse der Filterfunktionen zur Faltung mit den farbsegmentierten Referenzbilddaten bzw. Bilddaten Gabor-Filterfunktionen und/oder Mallat-Filterfunktionen verwendet werden.

Gemäß einer bevorzugten Weiterbildung der beschriebenen Verfahren kann die Projektion der netzartigen Struktur des bestimmten Referenzgraphen bzw. des bestimmten Referenzbündelgraphen eine Zentrierung des Referenzgraphen bzw. des bestimmten Referenzbündelgraphen in der Abbildung umfassen.

Es hat sich weiterhin als vorteilhaft erwiesen, wenn die Projektion der netzartigen Struktur des bestimmten Referenzgraphen bzw. des bestimmten Referenzbündelgraphen eine Verschiebung und/oder eine Drehung des zentrierten Referenzgraphen bzw. des zentrierten Referenzbündelgraphen umfaßt.

Hierdurch kann ein Erkennen der Struktur beschleunigt werden.

Insbesondere kann die Projektion der netzartigen Struktur des bestimmten Referenzgraphen bzw. des bestimmten Referenzbündelgraphen eine Skalierung des zentrierten Referenzgraphen bzw. des zentrierten Referenzbündelgraphen umfassen. Hierdurch kann insbesondere die Signifikanz und Geschwindigkeit eines Erkennens erhöht werden, wenn die zu erkennende Struktur in den Bilddaten und den Referenzdaten eine unterschiedliche Größe aufweist.

Die Verschiebung und/oder die Drehung sowie die Skalierung des zentrierten Referenzgraphen bzw. des zentrierten Referenzbündelgraphen können hierbei simultan durchgeführt werden, wodurch das Erkennen einer Struktur beschleunigt werden kann.

Weiterhin kann die Projektion der netzartigen Struktur lokale Verzerrungen des zentrierten Referenzgraphen umfassen. Diese Ausführung eignet sich insbesondere, wenn Bilddaten und Referenzdaten unter verschiedenen Aufnahmewinkeln aufgenommen worden sind.

Eine derartige lokale Verzerrung kann zweckmäßigerweise durch eine lokale Verschiebung eines entsprechenden Knotens des zentrierten Referenzgraphen bewirkt werden.

Vorteilhafterweise können die Verschiebung bzw. die Skalierung bzw. die Drehung aus dem Vergleich des Bildgraphen mit dem entsprechenden Referenzgraphen bzw. dem entsprechenden Referenzbündelgraphen ermittelt werden. Dies führt zu einer wesentlichen Erhöhung der Geschwindigkeit des Erkennens.

Weitere bevorzugte Ausgestaltungen ergeben sich aus den Unteransprüchen sowie aus der Beschreibung bevorzugter Ausführungsformen des erfindungsgemäßen Verfahrens, die im folgenden unter Bezugnahme auf die Zeichnung beschrieben werden.

In der Zeichnung zeigen:

Fig. 1 eine Abbildung einer Handstellung mit einem Referenzgraphen zur Erläuterung einer Ausführungsform der Erfindung;

- Fig. 2 den Referenzgraphen von Fig. 1;
- Fig. 3 eine schematische Darstellung zur Ermittlung eines Graphen aus einer Referenzabbildung gemäß einer Ausführungsform der Erfindung;
- Fig. 4 eine schematische Darstellung zur Erläuterung einer weiteren Ausführungsform der Erfindung;
- Fig. 5 Abbildungen von Handstellungen, aus denen eine Referenzgraphen-Datenbank ermittelt wurde;
- Fig. 6 Beispiele von Abbildungen einer Handstellung mit verschiedenen Hintergründen, die mit den Abbildungen von Fig. 4 mittels einer Ausführung des erfindungsgemäßen Verfahrens verglichen wurde.

Im folgenden werden die verschiedenen Ausführungsformen der Erfindung anhand eines Verfahrens zum Erkennen der Stellung einer Hand, im folgenden als Handstellung bezeichnet, beschrieben. Diese Beschreibung ist allerdings nicht als Einschränkung zu verstehen, sondern nur als ein Beispiel eines Verfahrens zum Erkennen von Strukturen bzw. Objekten in Abbildungen.

In Fig. 1 ist als Beispiel eine Abbildung 20 einer Hand in einer bestimmten Stellung dargestellt.

Zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens muß die Abbildung 20 in digitalisierter Form vorliegen. Die digitalisierte Form kann hierbei entweder aus dem verwendeten Aufnahmeverfahren direkt resultieren, beispielsweise bei

Verwendung einer CCD-Kamera, oder muß durch Konvertierung eines analogen Bildes, wie beispielsweise einer herkömmlichen Fotografie, digitalisiert werden.

Ein digitalisiertes Bild liegt typischerweise in der Form eines Pixelfeldes einer vorbestimmten Größe vor. Jedem Pixel ist hierbei eine horizontale und eine vertikale Position \bar{x} zugeordnet. Deshalb wird im folgenden unter dem Pixel \bar{x} das Pixel verstanden, dem die Position \bar{x} zugeordnet worden ist. Weiterhin ist jedem Pixel ein Grauwert und/oder Farbinformationswert, wie beispielsweise ein HSI-Wert zugewiesen.

Aus der digitalisierten Abbildung 20 bzw. den der digitalisierten Abbildung entsprechenden Bilddaten wird nun im Rahmen des erfindungsgemäßen Verfahrens an vorbestimmten Pixeln lokale Bildinformation, sogenannte Merkmale, die ihrerseits zu sogenannten Jets zusammengefaßt werden, extrahiert. Diese extrahierten Merkmale werden in Form eines Graphen angeordnet.

Die vorbestimmten Pixel werden dadurch erhalten, daß zunächst eine netzförmige Struktur 21, die im folgenden der Einfachheit halber als Gitter bezeichnet wird, in die Abbildung 20 projiziert wird.

Wie aus Fig. 2, welche dieses Gitter 21 im Detail zeigt, ersichtlich, umfaßt das in der ersten Ausführungsform verwendete Gitter 15 Knotenpunkte 22a, 22b, 22c, ... und 19 Links, d.h. Verbindungen zwischen jeweils zwei Knotenpunkten. In Fig. 2 sind die Links zwischen den Knotenpunkten 22a und 22b bzw. 22b und 22c mit den Bezugszeichen 23ab und 23bc versehen.

Schließlich werden die vorbestimmten Pixel dadurch erhalten, daß die Pixel, die der Projektion der Knotenpunkte entsprechen, bestimmt werden.

In der ersten Ausführungsform wird ein objektangepaßtes Gitter verwendet, d.h. die Knotenpunkte werden charakteristischen Punkten in der Abbildung zugeordnet. Zum Erkennen der Stellung einer Hand sind die Knotenpunkte, wie in Fig. 1 zu sehen ist, demnach den beiden Fingern und dem Handrücken zugeteilt.

Die Erfindung ist allerdings nicht auf derartige objektangepaßte Gitter beschränkt. Es lassen sich vielmehr auch Gitter im eigentlichen Sinn, also regelmäßige Gitter verwenden. Die Entscheidung, welche Gitterform zweckmäßig ist, hängt von der jeweiligen Anwendung ab. Objektangepaßte Gitterformen führen gegenüber regelmäßigen Gittern in der Regel zu einer signifikanteren Erkennung, sind allerdings in ihrer Handhabung komplizierter.

In Fig. 3 ist eine schematische Darstellung gegeben, anhand der erklärt wird, wie man aus der Abbildung 20 eine Darstellung in Graphenform erhält, die, wie noch erläutert wird, mit anderen Graphen, insbesondere mit Referenzgraphen, verglichen werden kann.

Nachdem durch das Gitter bestimmte Pixel festgelegt sind, wie in Fig. 3(a) gezeigt, wird die Extraktion der Merkmale in diesen Pixeln wie folgt durchgeführt.

In der ersten Ausführungsform werden zwei verschiedene Klassen 28 und 29 von Merkmalen zum Vergleich der Abbildung mit einer Referenzabbildung verwendet.

Die erste Klasse von Merkmalen 28a, ..., 28i ist als das Ergebnis einer Faltung der Abbildung an einem vorbestimmten Pixel mit einer gegebenen Filterfunktion definiert.

Gemäß der ersten Ausführungsform werden hierbei sogenannte komplexe Gabor-Filter als Filterfunktionen verwendet. Diese Filter lassen sich durch folgende Formel darstellen:

$$\psi_i(\vec{x}) = \frac{k_i^2}{\sigma^2} \exp\left(-\frac{k_i^2 x^2}{2\sigma^2}\right) \left[\exp(i\vec{k}_i \cdot \vec{x}) - \exp\left(-\frac{\sigma^2}{2}\right) \right]. \quad (1)$$

Die durch Gleichung (1) dargestellten Gabor-Filter haben die Form einer durch einen Wellenvektor \vec{k}_i beschriebenen ebenen Welle, die durch eine Gauß-Funktion mit einer Breite σ / k beschränkt ist, wobei $\sigma = 2\pi$. Durch Wahl des Wellenvektors \vec{k}_i kann die Größe und die Orientierung der Filterfunktion bestimmt werden.

Darüber hinaus erfüllen die Filterfunktionen die Bedingung:

$$\sum_{\vec{x}} \psi_i = 0. \quad (2)$$

In Fig. 3(c) sind mit 24a und 24b die Realteile zweier derartiger verschiedener Filterfunktionen dargestellt. Der Wert 0 ist hierbei durch ein mittleres Grau dargestellt; positive Werte sind heller und negative Werte sind dunkler. Die in Fig. 3(c) dargestellte Filterfunktion 24a hat hierbei eine niedrige Frequenz bzw. einen kleinen Wellenvektor \vec{k}_i mit einer Orientierung von ungefähr 60 Grad gegenüber der Horizontalen. Die Filterfunktion 24b hat eine größere Frequenz bzw. einen größeren Wellenvektor \vec{k}_i mit einer Orientierung von ungefähr 90 Grad gegenüber der Horizontalen.

Für einen vorgegebenen Wellenvektor \bar{k}_j , d.h. durch Wahl der Größe und der Orientierung der Filterfunktion, läßt sich somit das Merkmal $J_j(\bar{x})$ an einem vorbestimmten Pixel \bar{x} berechnen durch:

$$J_j(\bar{x}) = \sum_{\bar{x}'} I(\bar{x}') \psi_j(\bar{x} - \bar{x}'). \quad (3)$$

$I(\bar{x})$ bezeichnet hierin die Intensität.

In Abhängigkeit von dem Wellenvektor \bar{k}_j können nun für jedes Pixel \bar{x} verschiedene Merkmale $J_j(\bar{x})$ berechnet werden, die in der ersten Ausführungsform in einem Teiljet für das Pixel \bar{x} zusammengefaßt werden.

In den Abbildungen in Fig. 3(d), die mit 26a bzw. 26b bezeichnet sind, sind die Ergebnisse der Faltungen der Abbildung 20 mit den Filterfunktionen 24a bzw. 24b für alle Pixel \bar{x} gezeigt.

Stellt man den Wellenvektor \bar{k}_j dar durch:

$$\bar{k}_j = \begin{pmatrix} k_v \cos \phi_\mu \\ k_v \sin \phi_\mu \end{pmatrix}, \quad k_v = 2^{\frac{v+2}{2}} \pi, \quad \phi_\mu = \mu \frac{\pi}{8}, \quad (4)$$

wobei v der Größenindex und μ der Orientierungsindex der Filterfunktion sind, werden entsprechend der ersten Ausführungsform die Merkmale für die Indizes $\mu \in \{0, \dots, 7\}$ und $v \in \{0, \dots, 4\}$ in einem Teiljet 28 des Jets 27 zusammengefaßt.

Insgesamt umfaßt der Teiljet 28 für das Pixel \bar{x} somit $n=40$ Merkmale.

In Fig. 3 ist ein Teil dieser Merkmale schematisch in dem Teiljet 28 dargestellt. Hierbei sind die Merkmale 28a, 28b und 28c durch eine Filterfunktionen mit konstanter Größe und, wie durch die Schraffur dargestellt, mit unterschiedlicher Orientierung erhalten worden. Gleiches gilt für die Merkmale 28d, 28e und 28f sowie 28g, 28h und 28i. Im Vergleich zu den Merkmalen 28a, 28b und 28c resultieren die Merkmale 28d, 28e und 28f sowie 28g, 28h und 28i aus einer Faltung mit einer kleineren Filterfunktion.

Neben den oben beschriebenen Gabor-Filterfunktionen lassen sich auch beliebige andere Filterfunktionen einsetzen. Als ein weiteres Beispiel einer Filterfunktionsklasse werden entsprechend einer weiteren Ausführungsform der Erfindung sogenannte Mallat-Filter verwendet werden.

Die Faltung der Abbildung mit diesen Mallat-Filtern läßt sich durch folgende Formel darstellen:

$$\bar{T}_{s_i}(\bar{x}) = I(\bar{x}) * \begin{pmatrix} \psi_{s_i}^{(h)}(\bar{x}) \\ \psi_{s_i}^{(v)}(\bar{x}) \end{pmatrix}, \quad (5)$$

wobei * die Faltungsoperation bezeichnet, h und v für horizontal und vertikal stehen und s_i ($s_i = s_0 2^i, i \in \mathbb{N}$) die Breite einer Gauß-Funktion darstellt, deren Ableitungen als Filterfunktionen verwendet werden.

Die zweite Klasse von Merkmalen 29a, ..., 29i ist als Ergebnis einer Faltung an einem vorbestimmten Pixel von Daten, die aus einer herkömmlichen Farbraumsegmentierung der Bilddaten resultieren, mit einer gegebenen Filterfunktion definiert. Im vorliegenden Fall wurde die Farbraumsegmentierung bezüglich der Hautfarbe durchgeführt. Selbstverständlich kann die Farbraumsegmentierung, in

Abhängigkeit von der Anwendung bezüglich anderer Farben durchgeführt werden. In Fig. 3(b) sind die Bilddaten 22 nach der Farbraumsegmentierung dargestellt.

In der vorliegenden Ausführungsform wurde die Faltung der farbraumsegmentierten Daten analog zur Faltung der Bilddaten, d.h. mit denselben Gabor-Filtern gleicher Größe und Orientierung durchgeführt. Daher erübrigt sich eine detaillierte Beschreibung dieser Faltungsoperation und es wird in diesem Zusammenhang auf die entsprechenden Abschnitte zur Faltung der Bilddaten mit den Gabor-Filtern verwiesen.

In diesem Zusammenhang bleibt noch anzumerken, daß in Fig. 3(e) die mit den Filterfunktionen gefalteten farbraumsegmentierten Bilddaten dargestellt sind. Die Abbildungen 25a und 25b in Fig. 3(e) stellen hierbei die Realteile einer Faltung der farbsegmentierten Bilddaten mit den Filtern dar, deren Realteile in Fig. 3(c) mit 24a und 24b bezeichnet sind.

Analog zu den durch Faltung der Bilddaten mit den Gabor-Filtern resultierenden Merkmale werden auch die durch Faltung der farbraumsegmentierten Bilddaten mit den Gabor-Filtern erhaltenen Merkmale in einem Teiljet 29 zusammengefaßt. Da der Größenindex und der Orientierungsindex der Filterfunktionen in dieser Ausführungsform wie oben beschrieben gewählt worden ist, enthält der Teiljet 29 ebenfalls $n=40$ Merkmale für das Pixel \vec{x} , von denen die Merkmale 29a, ..., 29i repräsentativ dargestellt sind.

Selbstverständlich können auch in diesem Fall anstelle der Gabor-Filter andere Filterfunktionen, wie beispielsweise die bereits genannten Mallat-Filter eingesetzt werden.

Die Teiljets 28 und 29 bilden den Jet 27 in der ersten Ausführungsform. Der Jet 27 umfaßt in dieser Ausführungsform schließlich 80 Merkmale.

Führt man die Extraktion der Merkmale an allen Gitterpunkten durch, erhält man schließlich den erwünschten Graphen, der die Struktur des Gitters 21 widerspiegelt und die Jets an den Punkten, die den Gitterpunkten entsprechen, aufweist.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform werden als zweite Klasse nicht die Faltungen der Filterfunktionen mit den farbsegmentierten Daten sondern aus den Bilddaten erhaltene Farbinformation, wie beispielsweise Farbton, Farbsättigung und Intensität (HSI) für das Pixel verwendet. Ein einzelner Jet setzt sich gemäß dieser Ausführungsform demnach aus 40 Merkmalen, die aus der oben beschriebenen Faltung der Bilddaten mit den Gaborfilterfunktionen resultieren und aus dem HSI-Tripel zusammen und umfaßt somit 43 Merkmale.

Als Vergleichsfunktion zwischen zwei HSI-Tripeln wird zweckmäßigerweise ein gewichteter euklid'scher Abstand im HSI-Farbraum verwendet.

Darüber hinaus setzt sich in einer weiteren Ausführungsform ein Jet aus drei Klassen zusammen. Die erste Klasse umfaßt die Merkmale, die aus der Faltung der Bilddaten mit den Gabor-Filtern resultieren (Gabor-Merkmale); die zweite Klasse umfaßt die Merkmale, die aus der Faltung der farbraumsegmentierten Bilddaten mit den Gabor-Filtern resultieren (Farbgabor-Merkmale); und die dritte Klasse umfaßt die aus den Bilddaten gewonnenen HSI-Tripel (Farbinformation).

Gemäß einer weiteren Ausführungsform kann alternativ oder zusätzlich zu den oben beschriebenen Klassen eine Texturbeschreibung, die durch statistische Verfahren gewonnen wird, verwendet werden. Derartige Texturbeschreibungen sind

beispielsweise der mittlere Grauwert, die Varianz der Grauwertverteilung, die Kovarianzmatrix der Grauwertverteilung, die Entropie, die Orientierung der Grauwertstruktur, mittlere Skalen der Struktur in verschiedenen Richtungen, die Variationsbreite der lokalen Orientierung, die Variationsbreite der räumlichen Skalen, die Reihenfolge und die Anordnung verschiedener Strukturelemente.

Darüber hinaus, wiederum alternativ oder zusätzlich zu den oben beschriebenen Klassen werden in einer weiteren Ausführungsform Bewegungsvektoren (Verschiebungsvektoren) als Klasse definiert. Derartige Bewegungsvektoren lassen sich durch differentialgeometrische Methoden (differentielle Verfahren), Korrelationsverfahren und Filterverfahren aus zwei aufeinanderfolgenden Abbildungen berechnen. Darüber hinaus ist es auch möglich, Bewegungsvektoren aus zwei Gabor-Jets zu berechnen.

Neben den im Detail beschriebenen Ausführungsformen sind, in Abhängigkeit von dem Anwendungsgebiet, d.h. von der Struktur, der Qualität und der Komplexität des Inhalts der zu vergleichenden Bilddaten, eine Vielzahl von Kombinationsmöglichkeiten der oben beschriebenen Klassen möglich. So können insbesondere auch die Merkmale von lediglich einer der oben beschriebenen fünf Klassen zum Vergleich verwendet werden. Es ist insbesondere auch möglich, daß Merkmale, die aus Faltungen der Bilddaten mit einer ersten Filterklasse resultieren, die erste Klasse definieren, und Merkmale, die aus Faltungen der Bilddaten mit einer zweiten Filterklasse resultieren, die zweite Klasse definieren.

Im folgenden wird beschrieben, wie eine Abbildung mit einer Referenzabbildung verglichen wird. Hierbei bezieht sich das Präfix "Vergleichs-" jeweils auf die aufgenommene Abbildung, in der die Struktur oder das Objekt erkannt werden soll.

Zunächst muß eine Referenzabbildung in Form eines Graphen, d.h. in Form eines Referenzgraphen, zur Verfügung gestellt werden. Dies kann beispielsweise durch Abrufen des Referenzgraphen aus einer zentralen Datenbank oder einer dezentralen Datenbank, beispielsweise von Chipkarten, geschehen.

Beim Erstellen der Datenbank wird dieser Referenzgraph G nach einem der oben beschriebenen Verfahren ermittelt. Im vorliegenden Fall wird demnach ein Gitter, wie es beispielsweise in Fig. 2 dargestellt ist, in die Referenzabbildung projiziert. An den Knotenpunkten des Gitters werden, wie ebenfalls bereits oben erläutert, die Jets ermittelt. Hierbei sollten die Jets der Referenzgraphen zumindest die Merkmalsklassen enthalten, die auch für den Vergleichsgraphen ermittelt werden sollen.

Im nächsten Schritt projiziert man das Gitter der Referenzabbildung (Referenzgitter) in die Vergleichsabbildung und berechnet die diesem Gitter entsprechenden Jets für das Vergleichsbild. Hierbei sind zumindest teilweise Filterfunktionen, d.h. dieselbe Klasse von Filterfunktionen, dieselben Größen und/oder dieselben Orientierungen, mit denen der Referenzgraph erstellt worden ist, zu verwenden. Die derart berechneten Jets bilden zusammen mit der Struktur des projizierten Gitters schließlich den Vergleichsgraphen G' .

Zur Projektion des Referenzgitters in die Vergleichsabbildung lassen sich in Abhängigkeit von den zu erwartenden Unterschieden zwischen Referenzabbildungen und Vergleichsabbildungen verschiedene Abbildungen einsetzen.

Die einfachste Projektion, nämlich eine Zentrierung des Referenzgitters in der Vergleichsabbildung, eignet sich beispielsweise, wenn Referenzabbildung und Vergleichsabbildung dieselbe Größe und Position in bezug auf das Bildzentrum haben und unter demselben Winkel aufgenommen worden sind.

Zu dieser einfachen Projektion können wahlweise die folgenden Projektionen ausgeführt werden.

Eine Verschiebung des Referenzgitter in seiner Gesamtheit:

Diese Abbildung eignet sich, wenn die Positionen von Referenzabbildung und Vergleichsabbildung in bezug auf das Bildzentrum unterschiedlich sind.

Eine Skalierung des Referenzgitters:

Diese Abbildung kann vorgesehen werden, wenn die Größen von Referenzabbildung und Vergleichsabbildung unterschiedlich sind.

Eine Drehung des Referenzgitters:

Ein Drehung läßt sich in dem Fall einsetzen, in dem Referenzabbildung und Vergleichsabbildung gegeneinander verdreht sind.

Eine lokale Verzerrung des Referenzgitters:

Bei dieser Abbildung werden jeweils einzelne Gitterpunkte gegenüber ihrer Position im Referenzgitter verschoben. Diese Abbildung eignet sich insbesondere, wenn zu erwarten ist, daß die Vergleichsabbildung gegenüber der Referenzabbildung lokale Verzerrungen aufweist.

Selbstverständlich sind auch beliebige Kombinationen der oben beschriebenen Projektionen möglich.

Die Bewertung der Ähnlichkeit beider Graphen, wird mittels einer Graphenvergleichsfunktion durchgeführt, die folgende allgemeine Form aufweist:

$$S = S_{\text{Jel}} + \lambda S_{\text{Metrik}} \quad (6)$$

S_{Jet} bezeichnet hierbei die Jetvergleichsfunktion, d.h. eine geeignete Funktion, welche die Ähnlichkeit der Jets an korrespondierenden Punkten der beiden Graphen bewertet, und S_{Metrik} bezeichnet eine geeignete Funktion, welche die Ähnlichkeit der Metrik der beiden Gitter miteinander vergleicht. S_{Metrik} hängt hierbei stark von der verwendeten Projektion ab.

λ ($\lambda \geq 0$) bezeichnet die Gewichtung der beiden Vergleichsfunktion zueinander. λ kann auch gleich Null gesetzt werden; dies bedeutet, daß die Ähnlichkeit der Metrik der Graphen nicht berücksichtigt wird. Dieser Wert bietet sich insbesondere an, wenn lediglich Zentrierung oder Verschiebung als Projektion gewählt werden, oder anders ausgedrückt, wenn die Topologie von Referenzgraph und Vergleichsgraph identisch ist.

Zur Berechnung der Jetvergleichsfunktion S_{Jet} sind zunächst die Vergleichsfunktionen der Teiljets für die jeweiligen Klassen k zu berechnen. Im Fall der ersten Ausführungsform, deren Merkmale aus einer Faltung der Bilddaten und der im Farbraum segmentierten Bilddaten mit Gabor-Filtern resultieren, wäre $k = 2$.

Zur Bewertung der Ähnlichkeit zweier korrespondierender Teiljets j_k und j_k' der Jets j bzw. j' des Referenzgraphen G bzw. des Vergleichsgraphen G' , wird eine Teiljetvergleichsfunktion verwendet, d.h. eine Funktion, die von den Amplituden a_j und a_j' der beiden Teiljets abhängt und die folgende Form hat:

$$S_k^a(j_k, j_k') = \frac{\sum_i a_{j_i} a_{j_i'}}{\sqrt{\sum_i a_{j_i}^2 \sum_i a_{j_i'}^2}}. \quad (7)$$

Die vorliegende Erfindung ist allerdings nicht auf diese Vergleichsfunktion beschränkt, es kann auch eine phasenempfindliche Vergleichsfunktion eingesetzt werden, beispielsweise mit folgender Form:

$$S_k^\phi(j_k, j_k') = \frac{\sum_j a_j a_j' \cos(\phi_j - \phi_j' - \vec{d} \cdot \vec{k}_j)}{\sqrt{\sum_i a_i^2 \sum_i a_i'^2}}, \quad (8)$$

wobei \vec{k}_j der Wellenvektor der entsprechenden Gabor-Filter ist und \vec{d} ein geschätzter Verschiebungsvektor ist, der schnelle Phasenverschiebungen kompensiert. \vec{d} wird dadurch bestimmt, daß S_ϕ in seiner Taylorentwicklung innerhalb eines kleinen Quadrats, daß in $\vec{d} = 0$ zentriert ist, maximiert wird. Der Term $\vec{d} \cdot \vec{k}_j$ mit dem geschätzten Verschiebungsvektor \vec{d} kompensiert schließlich schnelle Phasenverschiebungen aufgrund kleiner Variationen in den Positionen \vec{x} und \vec{x}' der zwei Jets, die miteinander verglichen werden.

$a_j(\vec{x})$ und $\phi_j(\vec{x})$ ergeben sich hierbei aus $J_j(\vec{x}) = a_j(\vec{x}) \exp(i\phi_j(\vec{x}))$.

Aus den Teiljetvergleichsfunktionen für die einander entsprechenden Teiljets, also für die Merkmale einer Klasse, läßt sich eine Einzeljetvergleichsfunktion für entsprechende einzelne Jets bilden:

$$S(J, J') = \Omega(\{S_k(j_k, j_k')\}). \quad (9)$$

In Abhängigkeit von der Anwendung lassen sich verschiedene Funktionen Ω verwenden, beispielsweise

$$\Omega(\{S_k(j_k, j'_k)\}) = \sum_k \omega_k S_k(j_k, j'_k), \text{ oder} \quad (10)$$

$$\Omega(\{S_k(j_k, j'_k)\}) = \prod_k (S_k(j_k, j'_k))^{\omega_k}, \text{ oder} \quad (11)$$

$$\Omega(\{S_k(j_k, j'_k)\}) = \max_k \{\omega_k S_k(j_k, j'_k)\} \quad (12)$$

$$\Omega(\{S_k(j_k, j'_k)\}) = \min_k \{\omega_k S_k(j_k, j'_k)\} \quad (13)$$

$S_k(j_k, j'_k)$ sind hierbei die Teiljetvergleichsfunktionen, die sich gemäß der Gleichungen (7) oder (8) berechnen lassen; ω_k sind Wichtungskoeffizienten, die den Beitrag eines einzelnen Teiljets zu der Einzeljetvergleichsfunktion $S(j, j')$ beschreiben.

Aus den Einzeljetvergleichsfunktionen für die einzelnen Jets wird schließlich die Jetvergleichsfunktion S_{Jet} für alle entsprechenden Jets eines Referenzgraphen G und eines Vergleichsgraphen G' gebildet. Hierzu können ebenfalls in Abhängigkeit von der Anwendung verschiedene Funktionen eingesetzt werden. Beispielsweise kann die Vergleichsfunktion für n Jets gebildet werden nach:

$$S_{\text{Jet}}(G, G') = \sum_n \omega_n S_n(J_n, J'_n), \text{ oder} \quad (14)$$

$$S_{\text{Jet}}(G, G') = \prod_n (S_n(J_n, J'_n))^{\omega_n}. \quad (15)$$

$S_n(J_n, J'_n)$ sind hierbei die Einzeljetvergleichsfunktionen, die sich gemäß der Gleichungen (10) bis (13) berechnen lassen; ω_n sind Wichtungskoeffizienten,

die den Beitrag eines einzelnen Jets zu der Jetvergleichsfunktion S_{Jet} beschreiben.

Als Funktion zum Vergleichen der Metrik der beiden Graphen können beispielsweise die Beträge der Differenzvektoren zweier einander entsprechender Links, d.h. der Verbindungen zweier einander entsprechender Knoten, aufsummiert werden; für Graphen mit E Links, die mit $\Delta\bar{x}_e$ bzw. $\Delta\bar{x}'_e$ bezeichnet werden, ergibt sich somit eine Metrikvergleichsfunktion:

$$S_{\text{Metrik}}(G, G') = \frac{1}{E} \sum_e (\Delta\bar{x}_e - \Delta\bar{x}'_e)^2. \quad (16)$$

Welche der Vergleichsfunktionen im Detail verwendet und insbesondere welcher Faktor für λ gewählt wird, hängt im wesentlichen von der Struktur der Referenzgraphen und der Vergleichsgraphen, also letztendlich von der Struktur der Vergleichsabbildungen und der Referenzabbildungen, ab.

Die Auswahl der geeigneten Vergleichsfunktion für eine gegebene Struktur der Vergleichsabbildungen und der Referenzabbildungen kann hierbei durch Vergleichsversuche mit den Vergleichsabbildungen und den Referenzabbildungen ermittelt werden und liegt somit im Bereich des durchschnittlichen Könnens eines Fachmanns.

Mit Hilfe der Graphenvergleichsfunktion (6) kann nun der Vergleichsgraph an den Referenzgraphen optimal angepaßt werden. Hierzu wird die Projektion des Referenzgitters in die Vergleichsabbildung solange variiert, bis die Graphenvergleichsfunktion einen optimalen Wert (im Fall der oben beschriebenen Vergleichsfunktionen ist dies ein Minimum) annimmt.

Mit der Vergleichsabbildung lassen sich selbstverständlich auch mehrere Referenzabbildungen vergleichen.

Diese Referenzabbildungen können in Form einer Datenbank vorliegen. In diesem Fall müssen dann allerdings bei jedem Vergleich die Referenzgraphen erneut berechnet werden.

Zweckmäßiger ist es deshalb, die Datenbank gleich in Form einer Referenzgraph-Datenbank vorzusehen, in denen die Referenzgitter mit ihren entsprechenden Jets gespeichert sind und lediglich abgerufen werden müssen. Allerdings ist eine solche Referenzgraph-Datenbank nicht so flexibel wie eine Referenzabbildungs-Datenbank, da diese für jede Änderung bei der Berechnung der Jets neu kompiliert werden muß.

Zum Vergleich der Vergleichsabbildung mit einer beliebigen Anzahl von Referenzabbildungen ermittelt man für die Vergleichsabbildung mit dem oben beschriebenen Verfahren die optimale Anpassung an jede Referenzabbildung und die Graphenvergleichsfunktion für diese optimale Anpassung.

Aufgrund eines Vergleichs der Graphenvergleichsfunktionen, die jeweils den besten Anpassungen der Referenzabbildungen an die Vergleichsabbildung entsprechen, kann die Referenzabbildung ermittelt werden, welche die größte Ähnlichkeit mit der Vergleichsabbildung aufweist.

Darüber hinaus kann durch Auswertung der Graphenvergleichsfunktionen für alle Referenzabbildungen ein Maß der Signifikanz der Ähnlichkeit ermittelt werden. Hierzu lassen sich, entsprechend dem erforderlichen Grad an Ähnlichkeit, verschiedene Definitionen für eine signifikante Erkennung verwenden.

Beispielsweise können aus allen Graphenvergleichsfunktionen für die nicht optimalen Referenzgraphen der Mittelwert \bar{S} und die Varianz σ_s gebildet werden.

Eine signifikante Ähnlichkeit könnte dann angenommen werden, wenn

$$\frac{S_{\text{opt}} - \bar{S}}{\sigma_s} \geq s \quad (17)$$

oder

$$\frac{S_{\text{opt}} - S_2}{\sigma_s} \geq s \quad (18)$$

erfüllt ist, wobei s ein fest gewählter Parameter ist und S_2 der zweitkleinste Wert aller Graphenvergleichsfunktionen ist.

In Fig. 4 ist eine weitere Ausführungsform der vorliegenden Erfindung dargestellt.

Diese Ausführungsform unterscheidet sich von den bisher beschriebenen Ausführungsformen durch den Aufbau der Referenzgraphen, die mit dem Vergleichsgraphen verglichen werden.

Während in den bisher beschriebenen Ausführungsformen ein Referenzgraph aus einer einzelnen Referenzabbildung erstellt worden ist, resultiert in dieser Ausführungsform ein Referenzbündelgraph aus mehreren Referenzabbildungen.

Hierzu werden aus M Abbildungen M Modellgraphen erstellt, die in einem sogenannten Referenzbündelgraph zusammengefaßt werden.

Alle M Modellgraphen haben qualitativ dieselbe Struktur, d.h. sie haben jeweils N Knoten, die durch ein vorbestimmtes Gitter miteinander verbunden sind. Hierbei ist es allerdings zulässig, daß die Längen zweier einander entsprechen-

der Links unterschiedlich sind. Es ist demnach lediglich topologische Identität der Modellgraphen gefordert. Die Struktur des Gitters kann eine reguläre Form, wie hier gezeigt, oder eine irreguläre Form aufweisen.

Insbesondere können demnach die in den zuvor diskutierten Ausführungsformen eingesetzten Gitter, also ein reguläres $n \times m$ -Gitter oder ein irreguläres objektangepaßtes Gitter, verwendet werden.

Neben den Längen zweier entsprechender Links unterscheiden sich außerdem die einander entsprechenden Jets der M Modellgraphen.

Die M Modellgraphen werden schließlich, wie im folgenden erläutert, zu einem Bündelgraphen zusammengefaßt.

Zuerst werden die mittleren Entfernungsvektoren Δ_{ij} zwischen den Knoten i und j in dem Bündelgraphen ermittelt durch:

$$\Delta_{ij} = \frac{1}{M} \sum_m \Delta_{ij}^m, \quad (19)$$

wobei Δ_{ij}^m der Entfernungsvektor zwischen den Knoten i und j in dem Modellgraphen m ist.

Diese Entfernungsvektoren bestimmen nun die Struktur des Bündelgraphen, die zum Vergleich schließlich im folgenden in die Vergleichsabbildung projiziert wird.

Den Knoten des Bündelgraphen werden außerdem noch Bündeljets der M Modellgraphen zugewiesen. Diese Bündeljets umfassen alle Teiljets, die bei der jeweiligen Erstellung der Referenzgraphen ermittelt worden sind. Demnach umfaßt ein Jet des Bündelgraphen die M einander entsprechenden Jets der M Modellgraphen. Anders ausgedrückt, ist ein Jet des Referenzbündelgraphen aus den Teiljets, die jeweils den Teiljets der Modellgraphen entsprechen, aufgebaut.

Die derart erhaltenen Struktur ist in Fig. 4 schematisch dargestellt. Mit G_1, \dots, G_M sind hierin die M Modellgraphen bezeichnet, die zu dem Bündelgraphen B^M 40 zusammengefaßt sind.

Zur Durchführung des Vergleichs werden die Bündeljets Teilbündeljets zugeordnet. Als Zuordnungskriterium lassen sich beispielsweise die Merkmalsklassen, die Referenzabbildungen oder Mischformen der beiden einsetzen. Bei einer Zuordnung nach Merkmalsklassen, umfassen die Teilbündeljets lediglich die Merkmale einer einzigen Merkmalsklasse.

Zum Vergleich eines auf diese Weise erhaltenen derart erhaltenen Bündelgraphen B^M 40 mit einem aus einer Abbildung 42 resultierenden Vergleichsgraphen G' 45 wird gemäß dieser Ausführungsform eine zu Gleichung (6) analoge Bündelgraphenvergleichsfunktion verwendet.

Die Jetvergleichsfunktion S_{Jet} wird hierbei, wie im folgenden ausgeführt wird, bestimmt.

Zuerst wird eine Vergleichsfunktion zwischen einem Teiljets j' der Abbildung und den entsprechenden Teilbündeljets b^M ermittelt. Hierbei können beispielsweise

die folgenden, zu Gleichungen (10) bis (13) analogen Gleichungen verwendet werden:

$$S(b^M, j') = \sum_n \omega_n S_n(j_n^M, j'), \text{ oder} \quad (20)$$

$$S(b^M, j') = \prod_n (S_n(j_n^M, j'))^{\omega_n}, \text{ oder} \quad (21)$$

$$S(b^M, j') = \max_n \{ \omega_n S_n(j_n^M, j') \}, \text{ oder} \quad (22)$$

$$S(b^M, j') = \min_n \{ \omega_n S_n(j_n^M, j') \}. \quad (23)$$

j' ist hierbei ein Teiljet der Abbildung und j_n^M der entsprechende Teilbündeljet; die $S_n(j_n^M, j')$ bestimmen sich beispielsweise nach Gleichung (7) oder (8).

Die Vergleiche der Teiljets mit den Teilbündeljets stehen mit der Vergleichsfunktion für den Jet J mit dem Bündelgraphen B^M in funktionalem Zusammenhang Ω :

$$S(B^M, J') = \Omega(\{S_{k_i}(b_k^M, j_i')\}) =: \Omega(M). \quad (24)$$

Die Funktion Ω kann hierbei nach folgender Rekursion ermittelt werden:

$$\Omega^{(0)}(M) = \sum_i \omega_i \Omega_i^{(1)}(M_i^{(1)}), \text{ oder} \quad (25)$$

$$\Omega^{(0)}(M) = \prod_i (\Omega_i^{(1)}(M_i^{(1)}))^{\omega_i}, \text{ oder} \quad (26)$$

$$\Omega^{(0)}(M) = \max_i \{ \omega_i \Omega_i^{(1)}(M_i^{(1)}) \}, \text{ oder} \quad (27)$$

$$\Omega^{(0)}(M) = \min_i \{ \omega_i \Omega_i^{(1)}(M_i^{(1)}) \}, \text{ wobei } \bigcup_i M_i^{(1)} = M, \text{ und} \quad (28)$$

.....

$$\Omega_i^{(m-1)}(M_i^{(m-1)}) = \sum_j \omega_j \Omega_j^{(m)}(M_j^{(m)}), \text{ oder} \quad (29)$$

$$\Omega_i^{(m-1)}(M_i^{(1)}) = \prod_j (\Omega_j^{(m)}(M_j^{(m)}))^{\omega_j}, \text{ oder} \quad (30)$$

$$\Omega_i^{(m-1)}(M_i^{(m-1)}) = \max_j \{ \omega_j^{(m)}(M_j^{(m)}) \}, \text{ oder} \quad (31)$$

$$\Omega_i^{(m-1)}(M_i^{(m-1)}) = \min_j \{ \omega_j \Omega_j^{(m)}(M_j^{(m)}) \}, \text{ wobei } \bigcup_j M_j^{(m)} = M_i^{(m-1)}. \quad (32)$$

Die Rekursion kann, in Abhängigkeit von der Anwendung solange durchgeführt werden, bis für $M^{(m)}$ die folgende Bedingung erfüllt ist:

$$|M^{(m)}| = 1.$$

Aus den Vergleichsfunktionen für den Jet J mit dem Bündelgraphen B^M für die einzelnen Jets wird schließlich die Jetvergleichsfunktion S_{Jet} für alle entsprechenden Jets eines Referenzbündelgraphen B^M und eines Vergleichsgraphen G' gebildet. Hierzu können ebenfalls in Abhängigkeit von der Anwendung verschiedene Funktionen eingesetzt werden. Beispielsweise kann die Vergleichsfunktion für n Knoten gebildet werden nach:

$$S_{\text{Jet}}(B^M, G') = \sum_n \omega_n S_n(B_n^M, J_n'), \text{ oder} \quad (33)$$

$$S_{\text{Jet}}(B^M, G') = \prod_n (S_n(B_n^M, J_n'))^{\omega_n}. \quad (34)$$

Diese Vergleichsfunktion kann zur Ermittlung der Graphenvergleichsfunktion schließlich in Gleichung (6) eingesetzt werden.

In Worten ausgedrückt, werden bei dem Vergleich des Bündelgraphen B^M mit einem Vergleichsgraphen G also die Jets mit der maximalen Ähnlichkeit aus dem Bündelgraphen ausgewählt.

In Fig. 4 ist diese Tatsache dadurch dargestellt, daß Pfeile, die von dem entsprechenden Knoten des Vergleichsgraphen G ausgehen, an verschiedenen Modellgraphen enden.

Neben der oben angegebenen Bündelgraphenvergleichsfunktion lassen sich auch andere geeignete Vergleichsfunktionen einsetzen.

Wie bei einem Vergleich mit einem einzelnen Referenzgraphen, wird auch im Fall eines Bündelgraphen dieser zuerst in die Abbildung des Vergleichsgraphen projiziert, und anschließend wird die optimale Projektion durch Auswertung der Bündelgraphenvergleichsfunktion bestimmt.

Da ein Bündelgraph wie ein einzelner Graph behandelt werden kann, ist es auch möglich, mehrere Referenzbündelgraphen, einen Referenzbündelgraphen und einen oder mehrere Referenzgraphen in einer Datenbank, mit der die Vergleichsgraphen verglichen werden sollen, zusammenzufassen.

Unter Bezugnahme auf Fig. 4 und Fig. 5 wird im folgenden ein konkretes Beispiel einer Handstellungserkennung vor komplexem Hintergrund gemäß dem zuvor beschriebenen Verfahren, in dem Merkmale, die aus einer Faltung der Bilddaten mit Gabor-Filtern (Gabor-Merkmale), einer Faltung farbsegmentierter Bilddaten mit Gaborfiltern (Farbgabor-Merkmale) und aus der HSI-Information (HSI-Merkmal) resultieren, verwendet werden. Dieses Beispiel wird mit einem Erkennungsverfahren verglichen, in dem jeweils nur eine einzelne Klasse be-

rücksichtigt ist, d.h. die entsprechenden Wichtungskoeffizienten ω_k sind gleich Null.

In Fig. 5 sind die repräsentative Referenzabbildungen dargestellt, aus denen nach dem oben beschriebenen Verfahren Referenzgraphen erstellt worden sind. Jeder Referenzgraph umfaßt 15 Knoten und 20 Links bzw. Verbindungen. Die Knoten wurden manuell an anatomisch signifikanten Punkten verteilt.

In Fig. 6 sind verschiedene Beispiele einer Handstellung vor verschiedenen Hintergründen dargestellt. Insgesamt wurden 29 Hintergründe verwendet, von denen fünf ein hohes Maß an Hautfarbe, elf ein mittleres Maß an Hautfarbe und acht ein geringes Maß an Hautfarbe enthielten.

Mit diesen Hintergründen wurden 1000 verschiedene Vergleichsgraphen erstellt.

Aus den Referenzdaten wurden 18 Referenzgraphen für jede der in Fig. 5 dargestellten Handstellungen ermittelt, die Gabor-Merkmale oder Farbgabor-Merkmale oder HSI-Information enthalten haben. Für die Faltung wurden Gabor-Filter mit drei verschiedenen Größen und acht verschiedenen Richtungen verwendet.

Aus den jeweils 18 Referenzgraphen wurden drei Bündelgraphen mit jeweils sechs Modellen gebildet. Als Kriterium für die Zuordnung der Teiljets zu den Referenzgraphen wurden die Merkmale der Teiljets verwendet. Demnach enthielt der erste Referenzbündelgraph alle Gabor-Merkmale, der zweite Referenzbündelgraph alle Farbgabor-Merkmale und der dritte Referenzbündelgraph alle HSI-Merkmale.

Bei der Projektion der Referenzbündelgraphen wurde eine Drehung bis zu 15° , eine Skalierung von bis zu 20% und eine lokale Verzerrung um maximal ein Pixel zugelassen.

Die Graphenvergleichsfunktion wurde mittels der Gleichungen (6; $\lambda = 0$), (33; mit gleichen ω_n), (24), (25; mit $\omega_{\text{Gabor}} = 0,25$, $\omega_{\text{Farbgabor}} = 0,25$, $\omega_{\text{HSI}} = 0,5$), (33; mit gleichen ω_n), (8) für die Gabor- und Farbgabor-Merkmale und einem gewichteten euklid'schen Abstand für die HSI-Farbinformation berechnet.

Die Ergebnisse des Vergleichs der 1000 Vergleichsabbildungen ist in folgender Tabelle zusammengefaßt:

Gewichtung	einfacher Hintergrund	komplexer Hintergrund
nur GaborMerkmale	82,6%	70,4%
nur FarbgaborMerkmale	39,7%	34,6%
nur HSIMerkmale	88,2%	76,3%
optimale Wichtung	92,9%	85,8%

PATENTANSPRÜCHE

1. Ein Verfahren zum automatisierten Erkennen einer oder mehrerer Strukturen in digitalisierten Bilddaten, umfassend die Schritte:

Zurverfügungstellen wenigstens eines Referenzgraphen aus digitalisierten Referenzbilddaten entsprechender Referenzbilder, wobei der oder jeder Referenzgraph umfaßt:

eine netzartige Struktur, die jeweils dadurch definiert wird, daß bestimmten Referenzbilddaten Knoten, die durch Links in vorbestimmter Weise miteinander verbunden sind, zugewiesen werden, und

Jets, wobei jedem Knoten ein Jet zugeordnet ist und jeder Jet wenigstens einen Teiljet umfaßt, der durch Faltungen wenigstens einer Klasse von Filterfunktionen mit verschiedenen Größen und/oder Orientierungen mit den Referenzbilddaten des entsprechenden Referenzbildes an dem bestimmten Knoten oder durch Faltungen wenigstens einer Klasse von Filterfunktionen mit verschiedenen Größen und/oder Orientierungen mit farbsegmentierten Referenzbilddaten des entsprechenden Referenzbildes an dem bestimmten Knoten oder durch Farbinformation über die Referenzbilddaten an dem bestimmten Knoten oder durch mit statistischen Verfahren gewonnenen Texturbeschreibungen des entsprechenden Referenzbildes an dem bestimmten Knoten oder durch aus zeitlich aufeinanderfolgenden Referenzbildern extrahierten Bewegungsvektoren an dem bestimmten Knoten ermittelt wird,

Ermitteln eines optimalen Bildgraphen aus den digitalisierten Bilddaten für jeden Referenzgraphen, wobei der optimale Bildgraph für einen bestimmten Referenzgraphen die optimale Anpassung an diesen darstellt und ermittelt wird durch:

Projizieren der netzartigen Struktur des bestimmten Referenzgraphen in die Bilddaten, wodurch die Struktur des Bildgraphen definiert wird, und

Ermitteln von Teiljets des Bildgraphen an den durch seine Struktur definierten Knoten, wobei die Teiljets mindestens einem Teil der ermittelten Teiljets des bestimmten Referenzgraphen entsprechen, und wobei

die Projektion der netzartigen Struktur des bestimmten Referenzgraphen, so lange variiert wird, bis eine Graphenvergleichsfunktion, welche die Jets des Bildgraphen mit den entsprechenden Jets des bestimmten Referenzgraphen vergleicht, optimal wird,

Zuordnen der oder jeder Struktur zu dem Referenzbild, das dem Referenzgraphen entspricht, für den die Graphenvergleichsfunktion in Bezug auf den für ihn ermittelten optimalen Bildgraphen optimal ist.

2. Das Verfahren in Anspruch 1, in welchem weiterhin

mehrere Referenzgraphen zur Verfügung gestellt werden, und

die Referenzgraphen, welche netzartige Strukturen aufweisen, die topologisch identisch sind, zu einem Referenzbündelgraphen zusammengefaßt werden, wobei der Referenzbündelgraph umfaßt:

eine netzartige Struktur, die durch Knoten, welche den Knoten der Referenzgraphen entsprechen, und durch Links, die durch Mittelung der entsprechenden Links der Referenzgraphen ermittelt werden, definiert wird, und

Bündeljets, wobei jeder Bündeljet aus den Teiljets, die den Teiljets an den jeweiligen Knoten der in dem Referenzbündelgraphen zusammengefaßten Referenzgraphen entsprechen, zusammengesetzt wird;

und

ein optimaler Bildgraph für den oder jeden Referenzbündelgraphen ermittelt wird, wobei der optimale Bildgraph für einen bestimmten Referenzbündelgraphen die optimale Anpassung an diesen darstellt und ermittelt wird durch:

Projizieren der netzartigen Struktur des bestimmten Referenzbündelgraphen in die Bilddaten, wodurch die Struktur des Bildgraphen definiert wird, und

Ermitteln von Teiljets, die mindestens einem Teil der Teiljets entsprechen, die zur Ermittlung der Teiljets der dem bestimmten Referenzbündelgraphen zugrunde liegenden Referenzgraphen verwendet worden sind, und wobei

die Projektion der netzartigen Struktur des bestimmten Referenzbündelgraphen, so lange variiert wird, bis eine Graphenvergleichsfunktion, welche die Jets des Bildgraphen mit den entsprechenden Bündeljets des bestimmten Referenzbündelgraphen vergleicht, optimal wird, wobei jeder

Teiljet des Bildgraphen mit den Teiljets in dem entsprechenden Bündeljet des bestimmten Referenzbündelgraphen verglichen wird;

und in welchem schließlich

jede Struktur dem Referenzbild zugeordnet wird, das dem Referenzgraphen bzw. dem Referenzgraphen aus dem oder den Referenzbündelgraphen entspricht, für den die Graphenvergleichsfunktion in Bezug auf den für ihn ermittelten optimalen Bildgraphen optimal ist.

3. Das Verfahren nach Anspruch 2, in welchen lediglich ein Teil der zur Verfügung gestellten Referenzgraphen zu einem oder zu mehreren Referenzbündelgraphen zusammengefaßt wird.
4. Das Verfahren nach Anspruch 2, in welchem alle zur Verfügung gestellten Referenzgraphen zu einem oder zu mehreren Referenzbündelgraphen zusammengefaßt werden.
5. Das Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, in welchem die Struktur der den Knoten zugeordneten Jets, die durch die Teiljets bestimmt ist, vom jeweiligen Knoten abhängig ist.
6. Das Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, in welchem die Struktur der den Knoten zugeordneten Jets, die durch die Teiljets bestimmt ist, für alle Knoten identisch ist.

7. Das Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, in welchem eine Graphenvergleichsfunktion verwendet wird, die eine Jetvergleichsfunktion umfaßt, welche die Ähnlichkeit der einander entsprechenden Jets berücksichtigt.
8. Das Verfahren nach Anspruch 7, in welchem die Graphenvergleichsfunktion weiterhin eine Vergleichsfunktion für die netzartige Struktur umfaßt, welche die metrische Ähnlichkeit des Bildgraphen mit dem entsprechenden Referenzgraphen bzw. dem entsprechenden Referenzbündelgraphen berücksichtigt.
9. Das Verfahren nach Anspruch 8, in welchem die Graphenvergleichsfunktion als gewichtete Summe der Jetvergleichsfunktion und der Vergleichsfunktion für die netzartige Struktur definiert wird.
10. Das Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 9, in welchem die Jetvergleichsfunktion als Funktion von Einzeljetvergleichsfunktionen einander entsprechender Jets definiert wird.
11. Das Verfahren nach Anspruch 10, in welchem die Jetvergleichsfunktion als gewichtete Summe aus den Einzeljetvergleichsfunktionen und/oder als gewichtetes Produkt aus den Einzeljetvergleichsfunktionen definiert wird.

12. Das Verfahren nach Anspruch 10 oder 11, in welchem zur Ermittlung eines Einzeljetvergleichs Teiljets der entsprechenden Jets berücksichtigt werden, und eine Einzeljetvergleichsfunktion als Funktion von Teiljetvergleichsfunktionen definiert ist.
13. Das Verfahren nach Anspruch 12, in welchem die Einzeljetvergleichsfunktionen als gewichtete Summe der Teiljetvergleichsfunktionen und/oder als gewichtetes Produkt der Teiljetvergleichsfunktionen und/oder als Extremalwert der Teiljetvergleichsfunktionen definiert sind.
14. Das Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 13, in welchem unterschiedliche, knotenabhängige Jetvergleichsfunktionen bzw. Einzeljetvergleichsfunktionen bzw. Teiljetvergleichsfunktionen verwendet werden.
15. Das Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 9 in Verbindung mit Anspruch 2, in welchem die Bündeljets des Referenzbündelgraphen B^M in Teilbündeljets b_k^M geteilt werden, und die Jetvergleichsfunktion zwischen den Teilbündeljets b_k^M des Referenzbündelgraphen und den entsprechenden Teiljets j_l' des Bildgraphen G' für n Knoten für m Rekursionen gemäß folgender Formeln berechnet wird:

$$S_{\text{Jet}}(B^M, G') = \sum_n \omega_n S_n(B_n^M, J_n'), \text{ oder}$$

$$S_{\text{Jet}}(B^M, G') = \prod_n (S_n(B_n^M, J_n'))^{\omega_n}, \text{ wobei}$$

ω_n ein Wichtungsfaktor für den n -ten Knoten n ist und die Vergleichsfunktion $S_n(B_n^M, J_n')$ für den n -ten Knoten des Referenzbündelgraphen mit dem n -ten Knoten des Bildgraphen gegeben ist durch:

$$S(B^M, J') = \Omega(\{S_{kl}(b_k^M, j_l')\}) =: \Omega(M), \text{ mit}$$

$$\Omega^{(0)}(M) = \sum_i \omega_i \Omega_i^{(1)}(M_i^{(1)}), \text{ oder}$$

$$\Omega^{(0)}(M) = \prod_i (\Omega_i^{(1)}(M_i^{(1)}))^{\omega_i}, \text{ oder}$$

$$\Omega^{(0)}(M) = \max_i \{\omega_i \Omega_i^{(1)}(M_i^{(1)})\}, \text{ oder}$$

$$\Omega^{(0)}(M) = \min_i \{\omega_i \Omega_i^{(1)}(M_i^{(1)})\}, \text{ wobei } \bigcup_i M_i^{(1)} = M$$

.....

$$\Omega_i^{(m-1)}(M_i^{(m-1)}) = \sum_j \omega_j \Omega_j^{(m)}(M_j^{(m)}), \text{ oder}$$

$$\Omega_i^{(m-1)}(M_i^{(1)}) = \prod_j (\Omega_j^{(m)}(M_j^{(m)}))^{\omega_j}, \text{ oder}$$

$$\Omega_i^{(m-1)}(M_i^{(m-1)}) = \max_j \{\omega_j \Omega_j^{(m)}(M_j^{(m)})\}, \text{ oder}$$

$$\Omega_i^{(m-1)}(M_i^{(m-1)}) = \min_j \{\omega_j \Omega_j^{(m)}(M_j^{(m)})\}, \text{ wobei } \bigcup_j M_j^{(m)} = M_i^{(m-1)} \text{ und mit}$$

$$S(b^M, j') = \sum_n \omega_n S_n(j_n^M, j'), \text{ oder}$$

$$S(b^M, j') = \prod_n (S_n(j_n^M, j'))^{\omega_n}, \text{ oder}$$

$$S(b^M, j') = \max_n \{\omega_n S_n(j_n^M, j')\}, \text{ oder}$$

$$S(b^M, j') = \min_n \{\omega_n S_n(j_n^M, j')\}.$$

16. Das Verfahren nach Anspruch 15, in welchem die Teilbündeljets des oder der Referenzbündelgraphen nur Merkmale enthalten, die durch Faltungen wenigstens einer Klasse von Filterfunktionen mit verschiedenen Größen und/oder Orientierungen mit den Referenzbilddaten des entsprechenden Referenzbildes an dem bestimmten Knoten oder durch Faltungen wenigstens einer Klasse von Filterfunktionen mit verschiedenen Größen und/oder Orientierungen mit farbsegmentierten Referenzbilddaten des entsprechenden Referenzbildes an dem bestimmten Knoten oder durch Farbinformation über die Referenzbilddaten an dem bestimmten Knoten oder durch mit statistischen Verfahren gewonnenen Texturbeschreibungen des entsprechenden Referenzbildes an dem bestimmten Knoten oder durch aus zeitlich aufeinanderfolgenden Referenzbildern extrahierten Bewegungsvektoren an dem bestimmten Knoten ermittelt worden sind.
17. Das Verfahren nach Anspruch 15, in welchem die Teilbündeljets des oder der Referenzbündelgraphen nur Merkmale enthalten, die aus einem Referenzgraphen resultieren.
18. Das Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, in welchem nach dem Erkennen jeder Struktur ein Schritt zur Ermittlung der Signifikanz des Erkennens vorgesehen ist.
19. Das Verfahren nach Anspruch 18, in welchem zur Ermittlung der Signifikanz ein Schätzer verwendet wird, der sowohl die optimale Graphenvergleichs-

funktion als auch die nicht optimalen Graphenvergleichsfunktionen berücksichtigt.

20. Das Verfahren nach Anspruch 19, in welchem der Abstand der Werte der nicht optimalen Graphenvergleichsfunktionen von dem Wert der optimalen Graphenvergleichsfunktion als Schätzer verwendet wird.
21. Das Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, in welchem weiterhin jede Struktur den Referenzbildern zugeordnet wird, die den Referenzgraphen bzw. den Referenzgraphen aus den Referenzbündelgraphen entsprechen, für die die Werte der Graphenvergleichsfunktionen in einem vorbestimmten Bereich liegen.
22. Das Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, in welchem die Farbinformation aus den Referenzbilddaten bzw. den Bilddaten ermittelte Farbtonwerte und/oder Farbsättigungswerte und/oder Helligkeitwerte umfaßt.
23. Das Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 22, in welchem der Schritt des Zurverfügungstellens der Referenzgraphen bzw. der Referenzbündelgraphen das Abrufen der Referenzgraphen bzw. der Referenzbündelgraphen aus einer zentralen und/oder dezentralen Datenbank umfaßt.

24. Das Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, in welchem als netzartige Struktur des Referenzgraphen ein regelmäßiges Gitter verwendet wird, dessen Knoten und Links rechtwinklige Maschen bilden.
25. Das Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 23, in welchem als netzartige Struktur des Referenzgraphen ein unregelmäßiges Gitter verwendet wird, dessen Knoten und Links an die zu erkennende Struktur angepaßt sind.
26. Das Verfahren nach Anspruch 25, in welchem die Knoten charakteristischen Punkten, sogenannten Landmarken, der zu erkennenden Struktur zugeordnet werden.
27. Das Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, in welchem als Klasse der Filterfunktionen zur Faltung mit den Referenzbilddaten bzw. Bilddaten Gabor-Filterfunktionen und/oder Mallat-Filterfunktionen verwendet werden.
28. Das Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, in welchem als Klasse der Filterfunktionen zur Faltung mit den farbsegmentierten Referenzbilddaten bzw. Bilddaten Gabor-Filterfunktionen und/oder Mallat-Filterfunktionen verwendet werden.
29. Das Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, in welchem die Projektion der netzartigen Struktur des bestimmten Referenzgraphen bzw.

des bestimmten Referenzbündelgraphen eine Zentrierung des Referenzgraphen bzw. des bestimmten Referenzbündelgraphen in der Abbildung umfaßt.

30. Das Verfahren nach Anspruch 29, in welchem die Projektion der netzartigen Struktur des bestimmten Referenzgraphen bzw. des bestimmten Referenzbündelgraphen eine Verschiebung und/oder Drehung des zentrierten Referenzgraphen bzw. des zentrierten Referenzbündelgraphen umfaßt.
31. Das Verfahren nach Anspruch 29 oder 30, in welchem die Projektion der netzartigen Struktur des bestimmten Referenzgraphen bzw. des bestimmten Referenzbündelgraphen eine Skalierung des zentrierten Referenzgraphen bzw. des zentrierten Referenzbündelgraphen umfaßt.
32. Das Verfahren nach Anspruch 31 in Verbindung mit Anspruch 30, in welchem die Verschiebung und die Skalierung und die Drehung des zentrierten Referenzgraphen bzw. des zentrierten Referenzbündelgraphen simultan durchgeführt werden.
33. Das Verfahren nach einem der Ansprüche 29 bis 32, in welchem die Projektion der netzartigen Struktur lokale Verzerrungen des zentrierten Referenzgraphen umfaßt.

34. Das Verfahren nach Anspruch 33, in welchem eine lokale Verzerrung durch lokale Verschiebung eines entsprechenden Knoten des zentrierten Referenzgraphen bewirkt wird.
35. Das Verfahren nach einem der Ansprüche 30 bis 34, in welchem die Verschiebung bzw. die Skalierung bzw. die Drehung aus dem Vergleich des Bildgraphen mit dem entsprechenden Referenzgraphen bzw. dem entsprechenden Referenzbündelgraphen ermittelt wird.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

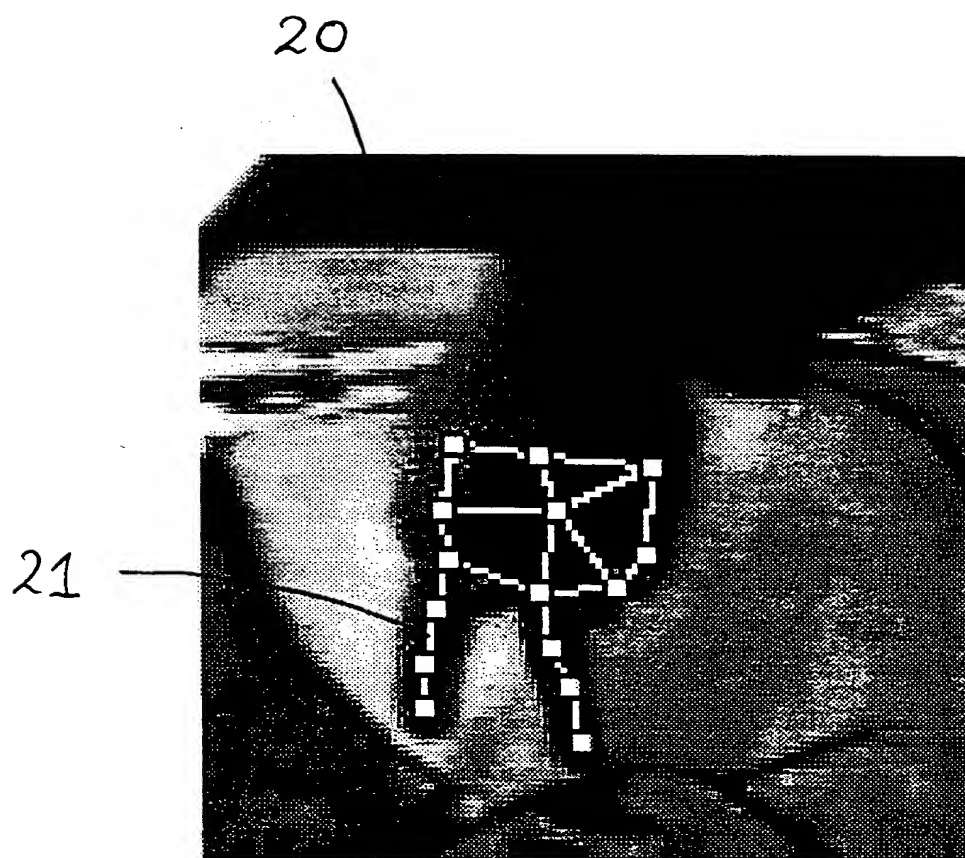
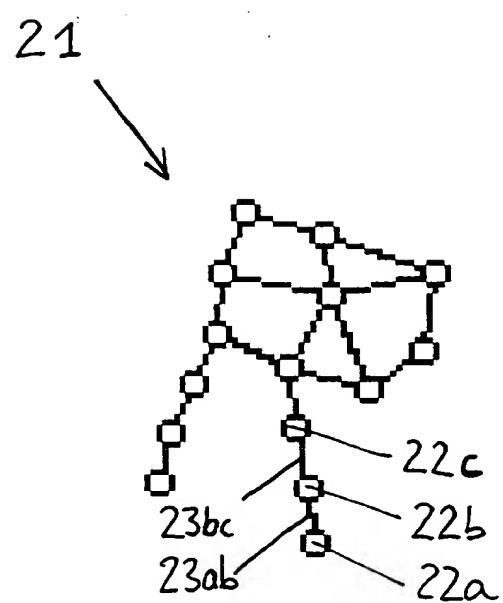


Fig. 1

THIS PAGE BLANK (USPTO)

**Fig. 2**

THIS PAGE BLANK (USPTO)

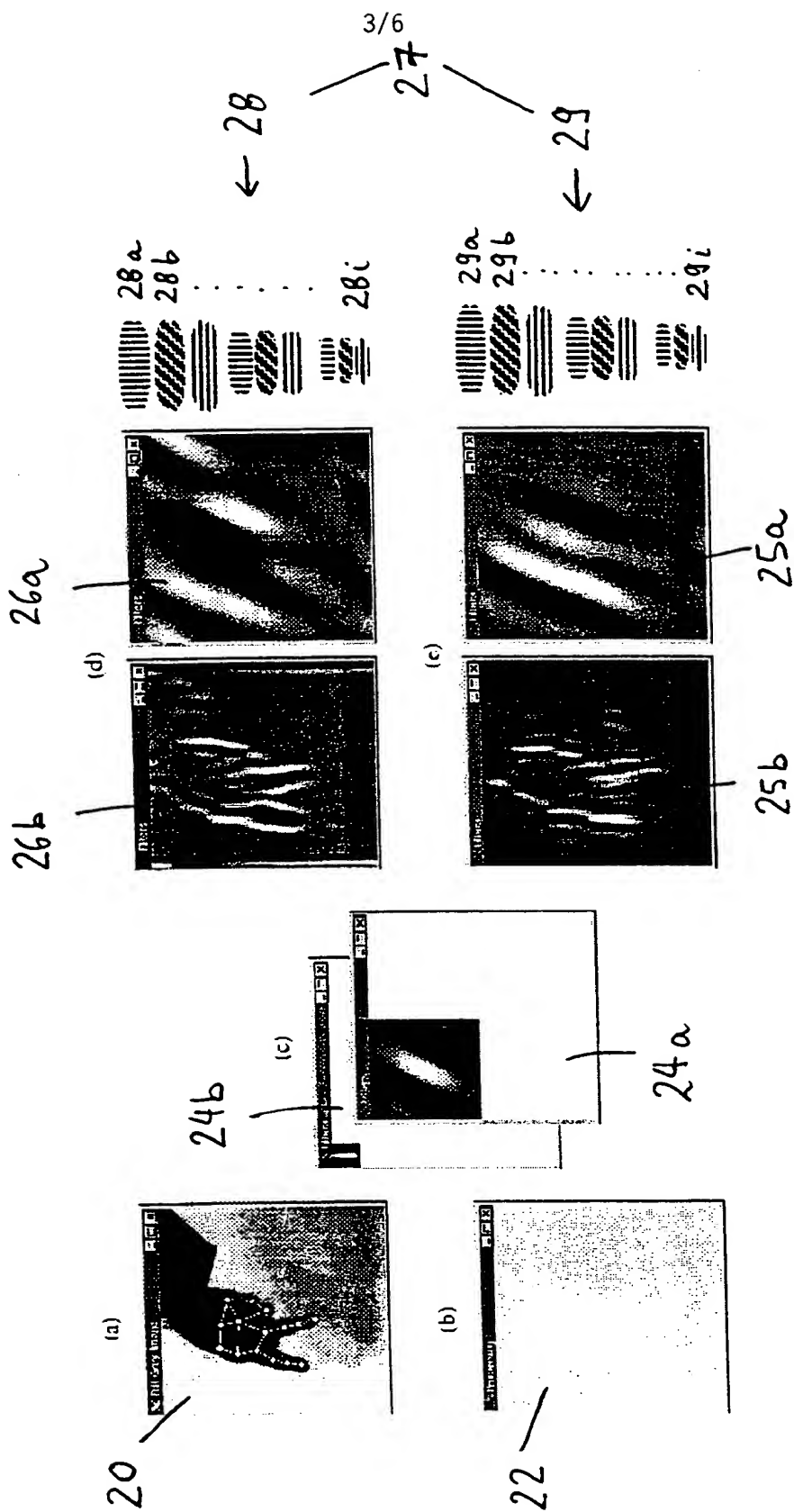
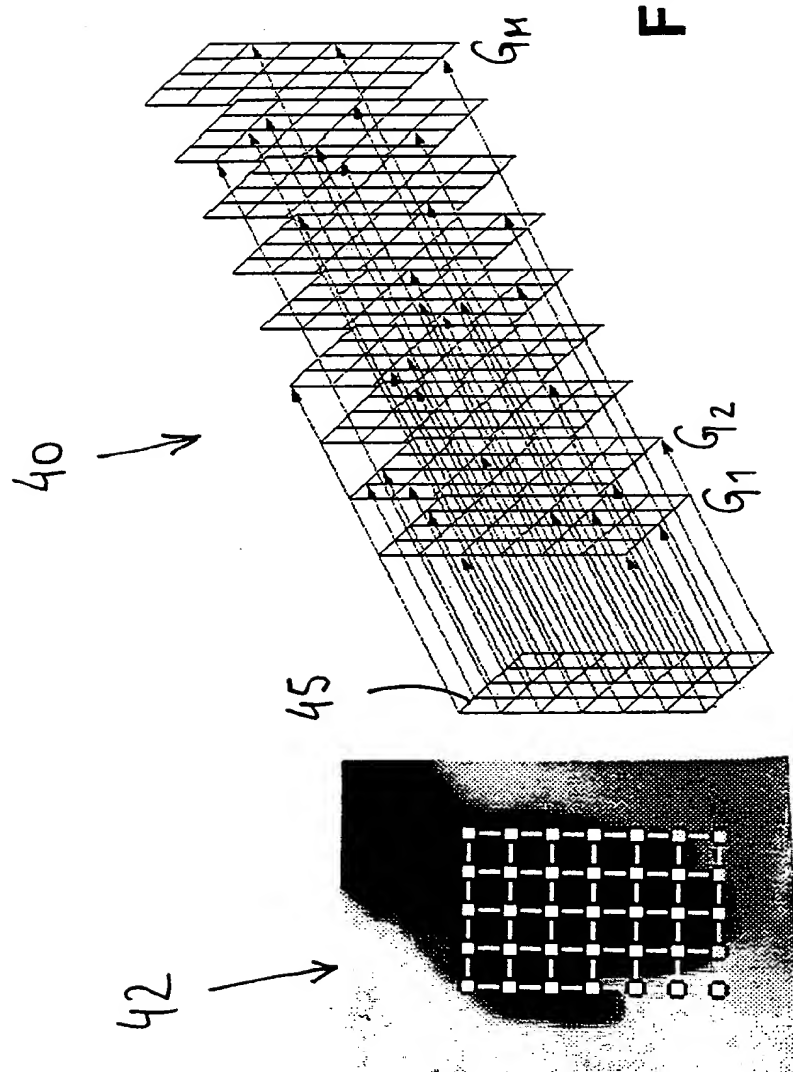


Fig. 3

THIS PAGE BLANK (USPTO)



THIS PAGE BLANK (USPTO)



Fig. 5

THIS PAGE BLANK (USPTO)

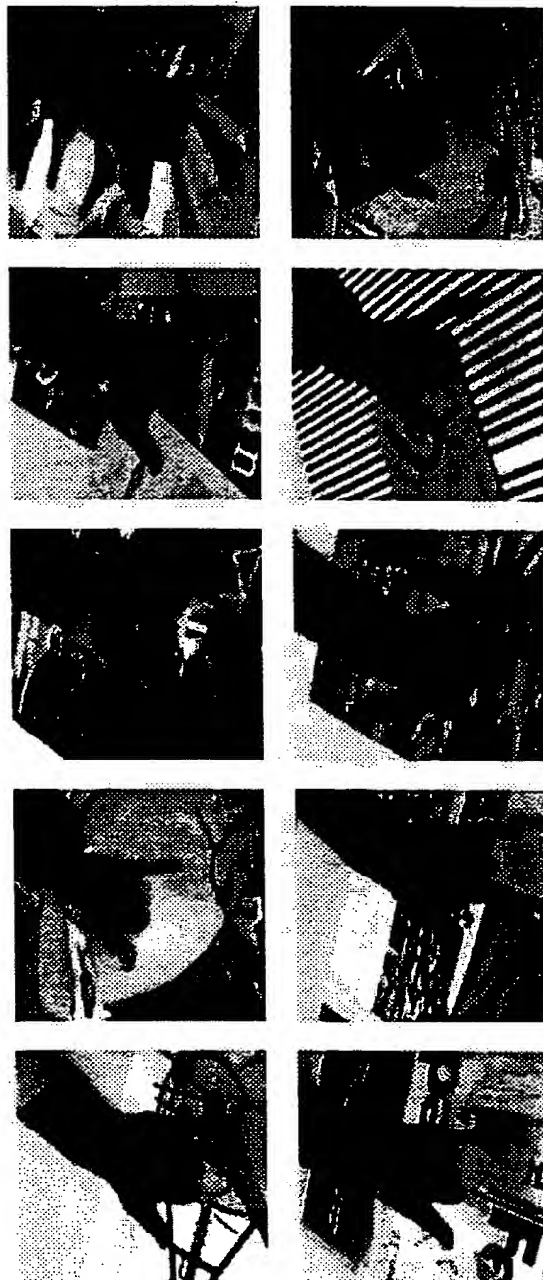


Fig. 6

THIS PAGE BLANK (USPTO)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

National Application No

PCT/EP 99/05946

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 G06K9/80

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 7 G06K

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WISKOTT L ET AL: "FACE RECOGNITION BY ELASTIC BUNCH GRAPH MATCHING" IEEE TRANSACTIONS ON PATTERN ANALYSIS AND MACHINE INTELLIGENCE, US, IEEE INC. NEW YORK, vol. 19, no. 7, pages 775-779, XP000698176 ISSN: 0162-8828 the whole document	1,2
A	DE 44 06 020 C (ZENTRUM FUER NEUROINFORMATIK G) 29 June 1995 (1995-06-29) cited in the application abstract	1

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

18 November 1999

Date of mailing of the international search report

11/01/2000

Name and mailing address of the ISA
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Sonius, M

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/EP 99/05946

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 G06K9/80

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 7 G06K

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WISKOTT L ET AL: "FACE RECOGNITION BY ELASTIC BUNCH GRAPH MATCHING" IEEE TRANSACTIONS ON PATTERN ANALYSIS AND MACHINE INTELLIGENCE, US, IEEE INC. NEW YORK, vol. 19, no. 7, pages 775-779, XP000698176 ISSN: 0162-8828 the whole document	1,2
A	DE 44 06 020 C (ZENTRUM FUER NEUROINFORMATIK G) 29 June 1995 (1995-06-29) cited in the application abstract	1

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

18 November 1999

Date of mailing of the international search report

11/01/2000

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Sonius, M

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP 99/05946

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 4406020 C	29-06-1995	NONE	

THIS PAGE BLANK (USPTO)

INTERNATIONAL RECHERCHENBERICHT

...ationales Aktenzeichen

PCT/EP 99/05946

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 G06K9/80

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 7 G06K

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	WISKOTT L ET AL: "FACE RECOGNITION BY ELASTIC BUNCH GRAPH MATCHING" IEEE TRANSACTIONS ON PATTERN ANALYSIS AND MACHINE INTELLIGENCE, US, IEEE INC. NEW YORK, Bd. 19, Nr. 7, Seiten 775-779, XP000698176 ISSN: 0162-8828 das ganze Dokument	1,2
A	DE 44 06 020 C (ZENTRUM FUER NEUROINFORMATIK G) 29. Juni 1995 (1995-06-29) in der Anmeldung erwähnt Zusammenfassung	1

☐ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfindertischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfindertischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

18. November 1999

Abmeldedatum des internationalen Recherchenberichts

11/01/2000

Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Sonius, M

INTERNATIONALER RESEARCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die derselben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 99/05946

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 4406020 C	29-06-1995	KEINE	